

XVI. *Del modo di render sensibilissima la più debole Elettricità sia Naturale, sia Artificiale.* By Mr. Alexander Volta, Professor of Experimental Philosophy in Como, &c. &c.; communicated by the Right Hon. George Earl Cowper, F. R. S.

Read March 14, 1782.

1. **U**N apparecchio, che portando a uno straordinario ingrandimento i segni elettrici fa sì, che osservabile divenga e cospicua quella virtù, che altrimenti per l'estrema sua debolezza sfuggirebbe i nostri sensi, ognun comprende di quale e quanto vantaggio sia per riuscire nelle ricerche sull'elettricità, e massime intorno alla naturale atmosferica, là quale, come sappiamo, non in ogni tempo, anzi assai di rado, allora solamente cioè che il cielo è ingombro di nuvoloni scuri e tempestosi, avviene che ci renda sensibile ne' conduttori ordinari non molto elevati, e appena è che in altri tempi ne mostri qualche indizio in quelli elevatissimi, o ne' *cervi volanti* portati all'altezza di piu' centinaja di braccia. Or un tale apparecchio, mercè di cui un conduttore atmosferico, anche di non grande elevazione, vi dia segni ad ogn' ora e in ogni costituzione di tempo, molto chiari e distinti di quel qualisiasi picciolo elettrizzamento che in lui induce l'atmosfera, ecco io ve lo presento nel mio elettroforo: in quella semplice macchina, che è ormai nelle mani di tutti, e che se altro pregio pur non avesse verrebbe abbastanza raccomandata agl'Elettricisti per questo che lor offre facile mezzo di spiare la più languida e impercettibile elettricità si naturale che artificiale, con tirarla sopra di sè, ed accumularla

accumularla al punto di promoverne e invigorirne per singolar maniera i segni.

2. In vero ogni volta che questi mancano nell' ordinario modo di sperimentare, e ne scintilla scorgefi nè ceno benché minimo di attraimento, il dire che pur vi sia elettricità, fora un' afferzione gratuita, anzi un giudicare contro ogni apparenza. Malgrado questo non possiamo neppur dire accertatamente che punto non ve n' abbia: e il concluderlo da ciò solo che niun segno per anco ci si mostra, è un precipitare il giudizio; imperocchè chi ci assicura che qualche elettricità ivi non si trovi realmente, ma così debole da non poter attrarre tampoco un legger filo? Or questo è che c'importa in molti casi di sapere, specialmente quando si tratta di elettricità naturale. Un conduttore atmosferico poco elevato non dà ordinariamente segni, come già si è detto, che quando gli sovrasta oscuro nembo: a cielo coperto d'alte nubi sparse o distese equabilmente, quando l'aria è ingombrata da nebbie, in tempo di pioggia placida ed anche dirotta, tranne qualche rovescio improvviso, raro è che scorger vi si possa alcun indizio di elettricità, o nulla mai a ciel sereno, sia placido, sia ventoso. Stando pertanto alle apparenze, e al giudizio di un elettroscopio comune, anche dè più sensibili, direbbevi che il conduttore non è elettrizzato punto, e che per conseguenza non domina elettricità di sorta ne' campi dell' aria poco alti ove quel conduttore porta la testa. Eppure non è così: un altro elettroscopio di gran lunga migliore qual veramente puo dirsi il nostro apparecchio, giacchè ne adempie con tanto vantaggio le funzioni, ci fa vedere che da qualche elettricità è pur sempre investito quel conduttore, avvegnache ne si mostri di per sé affatto inerte: ci fa, dico, vedere e toccar con mano ch' egli non ne è mai privo affatto; onde convien giudicare in egual modo che non ne è mai priva l'aria che lo circonda. Ed ecco come restiamo

restiamo convinti che anche alla più bassa regione dell' atmosfera, e fino a pochi piedi da terra s'estende l'azion costante e perenne dell' elettricità naturale. Cotal elettricità sebbene insensibile rimanga finche da quel tratto d'atmosfera si comunica soltanto al detto conduttore; ove poi per mezzo di lui si comunichi insiememente all' elettroforo nostro, si raccorà entro a questo più facilmente, e in maggiore copia*; si è per tal modo, che forger quindi potranno i noti segni di attrazione e di ripulsione sensibili abbastanza per dinotarci senza equivoco non che l'esistenza, la specie ancora dell' elettricità, cioè se *positiva* o *negativa*. Che più? non mancherà talora di comparire per fino qualche scintilluzza. Ogniqualvolta poi il conduttore desse già di per se qualche segno, movendo alcun poco un legger filo, aspettatevi pure col' soccorso del' nostro apparecchio, scintille pungenti, e ogn' altro segno vigorosissimo.

3. Mà veniamo senza più al modo di far servire all' intento cotal apparecchio, a cui in questo caso meglio che il nome che altronde porta di elettroforo, l'altro già indicato di *elettroskopio*, anzi pure quello di micro-elettroskopio potrebbe convenire. Ma io amo meglio di chiamarlo *condensatore* dell' elettricità, per usare un termine semplice e piano, e che esprime a un tempo la ragione e il modo dè fenomeni di cui si tratta, come vedraffì nella 2^a parte del presente scritto. Tutto dunque si riduce a queste poche operazioni.

(A) Convien prendere un piatto d'elettroforo, che abbia l'incrostatura di resina assai sottile, e a cui o non sia stata dianzi impressa alcuna elettricità, o se mai vi è stata, vi si sia spenta affatto.

(B) A questa faccia resinosa immune da ogni elettricità si sopraponga convenientemente il suo scudo (così io chiamo la

* Come ciò seguà spiegherà nella 2^a parte di questa memoria.

lamina superiore dell' elettroforo) : voglio dire le si applichi a combaciamento, e si collochi nel bel mezzo in modo, che non tocchi in alcun punto l'orlo metallico del piatto, ma rimanga isolato.

(C) Così congiunti essendo si adattino sotto al filo conduttore dell' elettricità atmosferica in guisa, che lo scudo venga toccato dove che sia dal detto filo, egli solo lo scudo, e in niun modo il piatto.

(D) In questa situazione si lascino le cose per un certo tempo, finche lo scudo possa aver raccolta competente dose di quell' elettricità, che dal filo conduttore gli s'istilla lentissimamente.

(E) Da ultimo sottraggasi al contatto e influsso del filo conduttore lo scudo tuttavia unito al suo piatto ; indi si disgiunga anche da questo, levandolo in alto al consueto modo per il suo manico isolante : e allora farà che se ne otterranno gl' aspettati segni conspicui di attrazione, di ripulsione, e di qualche scintilla ezandio, di pennoncelli &c. nel tempo che il conduttore di per sè non giugna a mostrar nulla, o appena un' ombra di elettricità.

4. Ho detto (prec. D) che il filo conduttore debbe toccare lo scudo per un certo tempo. Quanto però non è facile il determinarlo, dipendendo dalle circostanze. Talora vi abbisognereanno 8. 10. e più minuti ; quando cioè il conduttore da par sè solo non fà vedere il minimo segno di elettricità : altre volte più poco. Che se un debole indizio pur vi comparisse, tantoche un legger filo facesse cenno d'esserner attratto, basteria in tal caso lasciar in contatto di esso conduttore il nostro scudo sol pochi secondi, per abilitar questo a dar segni molto vivaci.

5. Una cosa si vuol osservare rispetto al filo conduttore medesimo, ed è ch' egli sia ben continuo, o se è possibile d'un pezzo solo dall' alto fino al basso, dove viene a comunicare collo scudo : cioè si dee evitare assolutamente ogni interruzione, e il più

più che si puo ancora la semplici giunture ad anello od uncino, per la ragione che ciascuna di tali giunture portando un qualche impedimento al passaggio dell' elettricità, avvenir puo che quella, che contrae il conduttore in alto, s'arresti, nè giunga al luogo desiderato, cioè fino allo scudo. Così succederà diffatti ogni qualvolta l'elettricità è debolissima, se in luogo d'un filo metallico continuo, una catena di più annelli da quello pendente venga a toccare cotesto scudo. Non si creda per questo che una sola giuntura o due possano egualmente impedire la riuscita; ma ne verra sempre del pregiudizio: e qualora l'elettricità fosse estremamente debole, potrebbe sì per l'indicato difetto mancare del tutto l'esperimento.

6. Riguardo all' elettroforo da adoperarsi altre osservazioni rimangono, di cui ora mi convien parlare. E la prima accennata sopra al § 3. (let. A) si è che lo strato resinoso importa molto che sia sottile, avendo io sempre provato che quanto più lo è tanto maggior dose di elettricità permette, anzi fa che si raccolga entro allo scudo cui porta indosso, di quell' elettricità, dico che gli s'infonde o dall' atmosfera per mezzo del filo conduttore, o da qualsvoglia altra potenza elettrica. Se fosse pertanto stesa la resina alla spessezza d'un quarto di linea, o non maggiore di una mano di varnica, riuscirebber le prove ottimamente; siccome all' incontro essendo grossa un pollice o più, andrebber le cose malissimo.

7. In secondo luogo la superficie di essa resina debb' essere quanto si puo piana e liscia, e piana e liscia similmente l'inferior faccia dello scudo, sicchè vengano a combaciarsi bene (ivi let. B). E noto quanto un miglior combaciamento favorisca gli effetti dell' elettroforo; ond' ebbi ben ragione di raccomandar questa come una delle principali condizioni nella descrizione che pub-

blicai a suo tempo di questa machina*. Ma è ancor più grande l'influenza, che l'ampio e perfetto contatto ha sopra l'istesso apparecchio, allorchè il medesimo agisce in qualità di condensatore.

8. Da ultimo merita particolar attenzione quanto alla già citata let. A si è prescritto, che alla faccia resinosa, cui si applica lo scudo, non dee essere impressa alcuna elettricità. La ragione per cui vuolsi che ne sia affatto priva ella è, che altrimenti i segni dello scudo, allorchè s'alza, diverrebbero equivoci, non essendo più la sola elettricità trasfusa in esso scudo dal conduttore atmosferico quella che giuoca, ma insieme anche l'altra occasionata dall' elettricità impressa ed inerente alla faccia resinosa: quando a noi importa di esplorare la sola sopravveniente la detto scudo.

Se dunque la faccia resinosa del piatto, di cui volete servirvi, è rimasta sempre intatta, va bene. Ma se è stata già eccitata, e vi si mantiene tuttavia parte dell' impressa elettricità, egli convien fare di tutto per ispegnarla; ciò che non è si agevol cosa. Il passarvi sopra un panno alquanto umido, applicandolo ben bene a tutta la superficie, è un de mezzi più efficaci ch' io mai abbia trovato †; pur non toglie talvolta che dopo qualche tempo lo scudo posatovi sopra, e previo il solito toccamento, rialzato, non attragga sensibilmente un filo. Lo stesso succede non di raro anche dopo aver tuffato tutto il piatto nell' acqua, lasciatovelo un pezzo, e quindi fattolo rasciugare all' aria. Lo squagliare la superficie della resina al fuoco o al sole, è forse il più sicuro spediente per farne svanire tutta quanta l'elettricità,

* Si trova questa descrizione in un colle principali esperienze, e un piccol faggio di spiegazione, in due memorie indirizzate in forma di lettera al Dr. PRIESTLEY, e pubblicate in un' opera periodica di Milano intitolata *Scelta d'Opuscoli interessanti*, per l'anno 1775.

† Vegg. l'accennata descrizione dell' elettroforo.

sicchè non ne rimanga pur ombra o vestigio nella stessa resina, raffodata che sia *. Una maniera più spedita è di far passare sopra tutta la faccia della resina la fiamma di una candela, o d'un foglio di carta acceso. A qualunque però di tali mezzi uno si appigli, per accertarsi che l'elettricità sia spenta a segno che più non possa aver parte alcuna l'azione propria dell'elettroforo agli effetti che risultar debbono unicamente dall'elettricità infusa allo scudo dal conduttore atmosferico, converrà far prima la prova se posato esso scudo sulla faccia resinosa, toccato col dito, e rialzato al consueto modo, non move neppure un sottilissimo pelo: allora non producendo alcun effetto in qualità d'elettroforo, servirà ottimamente all'altr'uso, cui vien destinato, di condensatore dell'elettricità.

9. Se mi si dimandasse ora a qual grado giunga nel descritto apparecchio cotal condensazione dell'elettricità, cioè a quanto maggior forza forger possano i segni elettrici nello scudo quando s'alza, risponderei che non è facile il determinarlo, dipendendo da molte circostanze. Che però, le altre cose pari, l'aumento è maggiore in ragione che il corpo che fornisce l'elettricità allo scudo si trova avere maggiore capacità; ed è più grande in proporzione che la forza elettrica im-

* È stato creduto per molto tempo che il calore, e molto più la liquefazione del solfo e delle refine, bastasse senz'altro ad eccitarvi l'elettricità. Ma tranne la tormalina, ed alcune altre pietre, che sì veramente concepiscono l'elettricità pel solo calore, le refine e il solfo non è mai che lo facciano, se loro non sopravvenga qualche sfropicciamento, o tocco almeno d'altro corpo. L'errore è nato, come ha avvertito il Prof. BECCARIA con altri, da che ogni legger tocco della mano, o di checchè altro può bastare in tali circostanze favorevoli. Senza questo la materia fusa abbandonata a se stessa nel rapprendersi e dopo, tanto è lungi che contagga alcuna elettricità, che anzi perde quella qualunque che per forte aver potesse prima della fusione, come le nostre sperienze ci assicurano. Nè sia meraviglia: giacchè tutti i corpi coibenti per un forte grado di calore divengono conduttori; e i corpi resinosi in ispecie lo sono già quando si trovan molto rammolliti, e più allorche cominciano ad entrare in fusione.

piegata è più debole. Così vedemmo giù che se il conduttore atmosferico non ha la forza di alzare d'un grado il pendolino dall' elettrometro, movendo appena un sottile pelo, ed anche meno di questo, potrà tuttavia abilitare lo scudo non che a vibrar l'elettrometro a più gradi alto, ma a scagliare pur anche vivace scintilla (§ 2. e seq.). Ma se l'elettricità nel conduttore atmosferico farà più forte a segno di dare qualche scintilletta, di mandare l'elettrometro a 50,6 gradi, lo scudo che riceverà questa elettricità, darà gli è vero una scintilla assai più forte, e l'elettrometro vibrerà al più alto punto es. gr. a 100 . 120 gradi. Ad ogni modo è visibile che la condensazione dell' elettricità ne in questo è minore che nel p^o. caso, in cui venne aumentata sì, ma non di 60 volte, la ragione è che al di là del massimo non si può andare, cioè di quel grado a cui giunta l'elettricità si dissipata se stessa aprendosi il passaggio per tutto. Dunque a misura che la potenza elettrica, la quale si applica allo scudo posato, è più vicina a tal sommo grado, minor accrescimento può ricevere dall' apparecchio condensatore. Ma che bisogno abbiamo noi allora di lui, e tutte le volte che l'elettricità è già sensibile e forte abbastanza ?

L'uso a cui vien destinato è di sottrarre, e raccolta sopra di sé sufficiente dose render sensibile quella, che è languida affatto e impercettibile, finchè rimane nel gran conduttore in pace (1.).

10. Quando dunque il conduttore vi dà già da sé solo segni abbastanza distinti di elettricità, non accade ricorrere all' altro apparecchio. Dirò dappiù che il farlo può produrre un grande inconveniente, ed è, che per poco che l'elettricità del conduttore sia vigorosa, a segno di dare qualche scintilla, avviene allora che facendogli toccare lo scudo, l'elettricità non si arresti in lui solo, ma che passi in parte ad imprimerfi alla faccia resinoso cui copre; onde in seguito l'apparecchio prenda a fare le

funzioni di vero elettroforo : ciò che per le ragioni già dette (8.) si dee con ogni studio evitare.

11. Per prevenire un tal inconveniente ho pensato di surrogare al piatto incrostato di resina, un piano che non fosse vero e perfetto isolante, assolutamente impermeabile al fluido elettrico ; ma tale solamente che opponesse una discreta resistenza al suo passaggio, come una lastra di marmo asciutta e politissima, un piattello di legno similmente asciutto ed arido, oppure incrostato di gesso, o meglio ancora inverniciato, una tela inceppata secca e monda, od altro simile. Alla superficie di tali corpi non avverrà d'ordinario che s'affigga l'elettricità potendo appiccata che sia scorrere e trapassare per entro ad essi ; o se pur tal volta ve ne rimanesse un pocolino, quasi stagnante, sia questa passeggera, in brevi momenti svanita. Quindi è che un tal apparecchio inatto alle funzioni d'elettroforo non ce ne dará i fenomeni ; ma per questo appunto meglio servirà all' altr' uso di condensatore.

12. Sostituendo così allo strato resinoso o a qualsivoglia altro coibente perfetto un piano o strato che sia mezzo tra coibente e deferente, cioè un corpo isolante molto imperfetto e insieme imperfettissimo conduttore, quali sono nelle diverse circostanze gl' indicati corpi (prec.) non solamente si toglie o si fa minore il pericolo di qualche elettricità che possa imprimerfi e restar aderente alla superficie del piatto, la quale renderebbe equivoche le sperimentazioni delicate ; ma innoltre un notabile vantaggio da noi si ottiene, ed è che lo scudo posato su tali piani non affatto isolanti cava del conduttore, e si tira addosso maggior dose di elettricità, che se posato fosse sopra uno strato resinoso, od altro perfetto coibente. E come detto già abbiamo (6.) che uno strato resinoso quanto è men grosso, tanto più abilita la lamina che gli è sovrapposta ad arricchirsi di elettricità ; così tale strato

ridotto

ridotto ad una semplice vernice, o intonaco di cera, l'una e l'altra già men coibente della resina, e infine ridotto a niente, sostituendovi soltanto una superficie poco deferente, come quella del marmo o del legno arido, somministra alla lamina metallica la più favorevole positura che mai aver possa per raccogliere nel suo seno abondante elettricità.

13. Guardiamoci però nel voler ischivare il troppo di coibenza di dare nel poco, accostandoci ai deferenti perfetti, o quasi perfetti. Non bisogna perder di vista, che la superficie del piatto dee opporre una discreta resistenza al trapasso del fluido elettrico, per rattenere una competente dose di elettricità nello scudo addossiatole (11.). Mà basta che ciò faccia per un qualche picciolissimo tempo; d'uopo essendo non rare volte di tenervi confinata l'elettricità otto, dieci, e più minuti, quanti cioè ne impiega il conduttore atmosferico a raccoglier dall'aria, ed infondere in esso scudo tal copia di elettricità, che possa rendersi sensibile e cospicua (3. D. 4.).

Dal che facilmente s'intende quanta attenzione pur convenga e nella scelta del corpo da surrogarsi allo strato di resina, e nella convenevole preparazione del medesimo: la quale preparazione consiste generalmente in certo grado di efficcamento, che lo riduca allo stato di semicoibente nè più, nè meno. Ad ogni modo fia meglio peccare per eccesso di coibenza, che per difetto; meglio prendere un piatto qualsvoglia incrostato di resina, che un desco di legno nudo non aridissimo, una lastra d'osso, od una di marmo comune non previamente riscaldato al sole o al fuoco: giacchè niun osso, e pochissimi tra i marmi ho trovato che valgano a tener confinata l'elettricità nello scudo che combaciano oltre ad un minuto o due al più, se abilitati non vengano da un convenevole riscaldamento. Disposti però che fiano in tal modo, e ove singolarmente incontrata si sia ottima qualità

nel

nel marmo, riescono a meraviglia, e sorpassano ogni aspettazione; onde sosterrò sempre con ragione, che si fatti piani di legno, d'osso, di pietra, nudi come sono, e ancora notabilmente deferenti, meritano tuttavia d'essere preferiti a un ordinario piatto d'elettroforo fornito del suo strato resinoso.

14. Venendo ora più d'avvicino alla maniera, onde praticamente si può ridurre il nostro apparecchio alla maggior perfezione, per ritrarne il più gran vantaggio, dopo aver ricordato come conviene soprattutto che lo scudo s'adatti bene a combaciamento col piano sottoposto (3. lat. B. e 7.), soggiugnerò che per ottener ciò nel miglior modo è bene d'appigliarsi ad una lastra di marmo, e questa insieme alla lamina o scudo metallico spianare ben bene, lavorandole una sopra l'altra, finchè sian ridotte a tale perfetto combaciamento, che ne nasca sensibile coesione tre loro.

Il marmo poi così lavorato si esponga per molti giorni al calore d'una stufa, con che espellendosi l'umido di cui anche tali pietre sono spesso inbevute, verrà il marmo condotto a questo stato d'imperfettissimo conduttore, che è l'ottimo per le sperimentazioni di questo genere (12. 13.); e si manterrà tale per un pezzo, sol che non resti lungamente esposto al grand' umido: poichè per quell' umidore che può contrarre accidentalmente, e in poco tempo, non essendo che superficiale, non verrà esso marmo a deteriorarsi notabilmente; e basterà prima di sperimentare esporlo per alcuni minuti al sole, o pur anche asciugarlo con un pannolino caldo.

15. E qui giova avvertir di nuovo, che non tutti i marmi sono egualmente buoni. In generale i più vecchi, e che da molto tempo sono stati guardati dal grand' umido riescono incomparabilmente meglio che quelli tratti di fresco dalla cava, e stati esposti lungamente all' ingiurie dell' aria; onde queste

solamente.

solamente han bisogno dell' efficcamento nella stufa. Ma oltre di ciò avvi ancora notabilissima differenza tra una specie e l'altra di marmo: ne ho trovato di tali, che senza riscalarli ne tampoco asciugarli fanno sempre a meraviglia, e di tali altri, che anche con una tal preparazione non corrispondono troppo bene; a meno che non si continui loro il' caldo durante il tempo dell' esperienze. Sopra tutti finora ho trovato eccellente il bel marmo bianco di Carrara. Ciò non pertanto io non so abbastanza raccomandare di riscaldare e questo, e gl' altri marmi, almeno un poco innanzi adoperarli: con che vantaggian sempre per eccellenti che siano ed essendo cattivi vengono a migliorarsi insignemente, e si adagguagliarsi ai più buoni: anzi posso dire, per esperienza che la maggior parte dei marmi di lor natura poco buoni, ove siano ben riscaldati previamente, e in seguito si mantengano tiepidi tutto il tempo dell' esperienza, prevalgono se non a tutti a molti dei migliori non punto riscaldati.

16. A chi però sembrasse incomoda questa preparazione (la quale per altro a che si riduce? Ad esporre il piatto di marmo al sole, od a presentarlo per poco d'ore innanzi al fuoco d'un cammino, o al più tenerlo su d' uno scaldavivande ove sia o cener calda o pochi carboni accesi) io suggerirò il mezzo di dispensarsene: basta di dare alla faccia piana del marmo una buona mano di vernice copal, da asciugarsi quindi in una stufa ben calda o in un forno tantoche prenda un color d'ambra tirante al bruno. La vernice medesima d'ambra farà ottima, siccome pure la lacca. Con ciò non solo i buoni, ma i cattivi marmi eziandio serviranno mirabilmente all' intento (chè si pure un gran vantaggio) e serviranno in ogni tempo senza previo riscaldamento, o almeno senza continuarlo loro durante l'esperienza.

17. Appigliandosi a questo spediente della vernice si puo benissimo in luogo del piatto di marmo far servire una lamina di metallo eguale all' altra lamina o sia scudo, e resa perfettamente combaciante col lavorare, come si è detto (14.), i due piani un sopra l'altro. Se la vernice si desse ad amendue le faccie combacianti, non farebbe male; ma basterà anche il darla all' una o all' altra: in questo caso però una mano sola di vernice, che faria più che sufficiente, per la lastra di marmo, forse non basteria per la lamina metallica, ma ce ne vorrebbe una seconda ed anche una terza mano.

18. Ma con ciò, mi si dirà, noi siam ricondotti ad un vero piatto d'elettroforo, giacchè l'intonaco di vernice tien qui luogo del sottile strato di resina. Io non voglio negarlo; anzi dirò, d'aver provato che e il metallo, e il marmo, singolarmente così inverniciati, son tali, che l'elettricità vi si affigge facilmente, e non men facilmente vi si eccita per istrofinamento, talchè il solo strisciare che faccia lo scudo sulla superficie inverniciata del piatto, o il percuoterla con qualche forza mentre si viene a posar sopra cotesto scudo, basta perchè poi dia segni sensibili di elettricità allorchè si distacca. Talora anzi non è possibile d'impedire che questo succeda, per quanto si procuri di posar lo scudo pian piano, e di alzarlo senza punto strofinare. Tal importuna elettricità però è debolissima e non si suscita che nel caso in cui il piatto verniciato si trova asciugatissimo, e ancor tiepido dal sole o dal fuoco. Si fatto asciugamento e riscaldamento adunque non solo non è necessario per le nostre sperienze quando adoperiamo un piano verniciato, com' è necessario quasi sempre ove s'adoperi i marmo nudo (13. 15. 16.), ma non è neppure molto proficuo da una parte; e dall' altra egli è assolutamente pregiudizievole, per ciò che dando luogo ai fenomeni d'*elettroforo*, puo facilmente produrre equivoci ed incertezze (8.).

19. Qual vantaggio adunque, mi si dirà un'altra volta, nell'adoperare in luogo di un ordinario elettroforo, un piatto inverniciato? Altronde si è pur detto che vuol preferirsi un piatto nudo di marmo (11. e seq.). Il vantaggio del piatto verniciato sopra l'un ordinario d'elettroforo è 1° che la vernice farà sempre più sottile di qualunque incrostatura resinosa; 2°. che quella meglio che questa puo lasciare la superficie del piatto, sia di marmo sia di metallo, piana e liscia in modo, che lo scudo vi s'adatti ancora quasi a coesione: due circostanze, quali veduto già abbiamo (6. 7. 14.) quanto influiscano alla buona riuscita delle sperienze di cui si tratta. Riguardo al piatto nudo di marmo, egli è ben vero che questo puo servire egualmente bene, e forse meglio s'egli è d'ottima qualità, o allorchè si tenga convenevolmente riscaldato (13.); ma valutando bene le cose, l'incomodo, cioè di tal preparazione, qualunque egli sia (16.), e la difficoltà d'aver il marmo perfetto (15.), credo che convenga ancora l'espeditore della vernice, che vi dispensa da tutto questo (16.). Vi resta è vero l'altro inconveniente di potervisi per poco affiggere l'elettricità; ma oltrecchè anche il marmo perfettamente asciutto, e molto più se caldo, non va esente da tal incommoda disposizione, egli non è poi tanto difficile di ciò scansare adoperando le debite attenzioni; e l'accurato sperimentatore non lascerà di assicurarsi coi mezzi che già si sono indicati (8.) che non trovasi neppur ombra di elettricità impressa alla faccia verniciata, quando imprende a fare col condensatore delle sperienze delicate.

20. Al piatto di marmo e di metallo inverniciato va di paro un piano qualunque coperto di buona tela incerata secca e monda, di taffetá cerato, di raso o d'altro drappo di seta il quale più che è sottile è meglio: dico, che questi pianii così vestiti van di parò agli altri verniciati, stante che non han bisogno che d'avere

d'avere cotal veste ben asciuta, e al più un pocolino riscaldata prima di servirsene; anzi pure e la tela, e il taffetá, incerati non attraendo molto l'umido, non hanno d'ordinario neppur bisogno d'essere posti al sole o al fuoco innanzi farne uso. Il ciamberlotto, il feltro, ed altri drappi di pelo son buoni anch'essi, ma men della seta; quei di lana, o di cotone, meno ancora; e i più infelici sono quei di canape e di lino: ad ogni modo un buon asciugamento, e un gentil calore continuato possono abilitare anche questi, siccome pure abilitano la carta, il cuojo, il legno, l'avorio, e gl' altri ossi, tutti insomma i corpi che sono da se stessi imperfettissimi conduttori, anzi non conduttori, ma troppo bibaci dell' umido, cui perciò convien espellere fino a un certo segno.

21. Dico *fino a un certo segno*: perchè un troppo grande isolamento è pregiudizievole anzichè no, come si è già accennato (6. 12.), e come si farà più chiaramente vedere nell' 2^a parte di questa memoria. Or dunque se i detti corpi vengano spogliati affatto d'umido, posti per esempio a seccare nel forno, in tal caso siccome diverranno veri e perfetti coibenti a par delle refine; così non serviranno più al nostro intento, a men che non sian ridotti ad uno strato sottile, e questo strato applicato ad un conduttore (ivi) in modo che ne risulti un vero piatto d'elettroforo.

22. Non lascerò da ultimo di dire, che si puo rendere l'apparecchio ancora più semplice, se si applichi sia l'intonaco di vernice, sia la veste d'incerato, sia il taffetá od altro velo di seta, sia infine qualunque materia semicoibente, alla faccia inferiore dello scudo, in luogo di coprirne il *piatto*; il quale in questo caso diventa inutile, servendo allora in sua vece un piano qualunque egli sia, un tavolo di legno o di marmo, anche non ben asciutti, una lastra di metallo, un libro, od altro conduttore, buono o

cattivo che sia, sol che vi si possa applicare convenientemente la faccia vestita dello scudo.

E' in vero altro più non si ricerca per la buona riuscita delle sperimentazioni, se non che l'elettricità, che tende a passare dall' uno all' altro dei piani combaciantisi, incontri sull' una delle superficie tale resistenza, che valga a trattenerla, come si è già accennato (11), e si farà chiaro nella stessa seconda parte; dove al dippiù mostreranno, come a tal effetto basti anche una picciola resistenza. Ciò posto, che lo strato sottile coibente o quasi coibente tenga al piano di sotto, o a quel di sopra, egli è lo stesso: quello che importa è che si combacino bene (7); la qual cosa non è si facile ottenere allorchè si posa lo scudo su d'un tavolo, od altro piano non preparato a bella posta. Egli è solo per questa ragione, per ottenere cioè un più esatto combaciamento, che io dò la preferenza a due piani lavorati un sopra l'altro intonacandoli quindi od amendue, o uno solo, qual più mi piace (14. 17.). Del resto la comodità d'avere per tutto l'apparato una sola lamina di metallo inverniciata da un lato, o coperta di taffetà, e dall' altro guernita di tre cordoncini di seta, fa che io me ne serva più comunemente: e la riuscita se non agguaglia per avventura quella dell' altro apparecchio composto dei due piani lavorati un supra l'altro, è tale però che basta d'ordinario all' intento.

23. Fin qui noi abbiamo considerato l'utile che si può trarre dal nostro apparecchio condensatore applicato ai conduttori per esplorare l'elettricità atmosferica, allorchè è debole affatto ed impercettibile *. Questo però, a cui vien destinato-

prin-

* A questo proposito non debbo omettere, che nè pochi giorni in cui m'applicai a spiare l'elettricità atmosferica col soccorso del *condensatore*, non son rimasto senza buon frutto raccorne. Il Sig. CANTON, ed altri assicuravano di aver ottenuto

dall²

principalmente, non è il solo uso che far se ne possa, nè il solo vantaggio che ci procura: serve altresì molto per l'elettricità artificiale, a discoprirla cioè ove per altra via non si manifesterebbe, o a renderne i segni assai più conspicui. Molti sono i casi, in cui, l'elettricità, che è nulla in apparenza, o molto dubbia, vi si renderà chiara e sensibilissima coll' ajuto di tal apparecchio: ne andrò accennando per modo d'esempio alcuni.

24. 1°. Una boccia di Leyden caricata, e quindi addotta alla scarica coll' applicarvi tre, o quattro volte l'arco conduttore, e con replicati tocamenti della mano, vi sembra omai spogliata affatto della sua elettricità. Ma che? Toccate coll' uncino di tal boccetta la lamina metallica posata convenevolmente (cioè sopra qualunque piano, s'ella è ben inverniciata nella faccia inferiore, o vestita di taffetà, &c. oppur s'è nuda sopra sottile strato resinoso, o su d'un incerato, o su drappo di seta, o sopra tavolo di legno inverniciato, o sopra lastra di marmo ben asciutto) e tosto alzata eotal lamina o scudo ne avrete segni elettrici sensibilissimi: dal che concludrete che l'elettricità della boccetta non era già tutta spenta, come appariva. Che se questa avesse una carica sensibile a segno di dall' apparato atmosferico de segni elettrici più vivi dell' ordinario in tempo di qualche aurora boreale; ma molti de fisici non sono persuasi ancora che l'elettricità influisca in queste meteore, e alcuni lo negano formalmente. Io stesso ne dubitai moltissimo: ora però parmi la cosa certa; e posso dire d'aver veduto e toccato con mano. In quella bellissima aurora comparsa nella notte dei 28 ai 29 Luglio dell' anno 1780, quando salendo a poco a poco dall' orizzonte fu ascesa tra la 4. e le 5. italiane allo zenith, spargendo tutt' intorno un vaghissimo lume rossigno, il cielo altronde essendo sereno e ventoso, si ottennero col favore dell' apparecchio condensatore da un conduttore atmosferico ordinario molte belle scintillette chiare e crepitanti: quando in tutti gl' altri tempi sereni, e in ogni ora del giorno e della notte dall' istesso conduttore, e coll' ajuto dell' istesso cendenfatore o non ottienfi scintilla o minutissima soltanto; e ciò perchè quel conduttore atmosferico non è nè alto molto, nè molto ben situato.

attrarre un legger filo, in tal caso lo scudo toccato dall' uncino anche per un sol momento, e quindi alzato vibrerà vivace scintilla. Riposto quello, e ritoccato coll' istesso uncino della boccia, e rialzato di nuovo, ne otterrete una seconda scintilla, nulla o poco men vivace della prima; e un tal giuoco potrassi continuare per molte volte con pari diletto e meraviglia.

Cotesto artificio di produr scintilla, e replicate, con una boccetta, che non ha carica sufficiente per farlo da sè sola, vi appresta una grande comodità per varie sperienze dilettevoli, come quelle della mia pistola, e della lucerna ad aria infiammabile, massimamente trovandovi provveduto d'una di quelle boccette preparate alla maniera del Sig. TIBERIO CAVALLO *, le quali si possono portare cariche in tasca molto tempo. Queste poichè conservano una carica sensibile alcuni giorni, ne conferveranno una insensibile per settimane, e mesi: insensibile, dico, senza l'ajuto del nostro apparecchio condensatore; ma con questo sensibilissima, e più che sufficiente all' uopo di accender la pistola, &c.

25. 2°. Avete una macchina elettrica meschina, così mal in ordine, e in tali circostanze sfavorevoli d'umido &c. che non potete trarre la più piccola scintilla dal conduttore, il quale appena attrae un leggerissimo filo, o non giugne neppur a tanto. Or via fate toccare a tal conduttore inerte il nostro apparecchio, ossia lo scudo posato come conviene, e lasciate che il toccamento duri per qualche minuto, tenendo sempre in azione la macchina, e vi riuscirà di ottenere col solito giuoco di staccare lo scudo dal sottoposto piano, una buona scintilla, e ogn' altro segno vivace.

26. 3°. Sia pur la macchina buona, e agisca a dovere; ma il conduttore trovisi così male isolato, che l'elettricità non vi si

* Vedi il suo trattato di elettricità.

possa accumulare a segno di dar scintilla, e neppure di attrarre un filo: come quando l'istesso conduttore tocca al muro della stanza, o quando una catena pende da esso sopra un tavolo, e fin sopra il pavimento della stanza. In simil caso crederete che l'elettricità per quelle comunicazioni si disperda intieramente, ma cercando più oltre, ricorrendo cioè al condensatore, troverete che un poco se ne trattiene ad ogni momento nel conduttore tuttochè non isolato, e tanto che durando l'azione della macchina qualche tempo, i molti pochi raccolti insieme nello scudo, per la vantaggiosa disposizione ch' egli ha di tirar sopra di sé l'elettricità (2.) fanno ch' il medesimo sia poi in istato di dar segni abbastanza forti.

27. 4°. L'ordinaria maniera di strofinare alcuni corpi, e quindi presentarli ad un elettrometro, onde vedere se per tal mezzo abbiano o no contratto qualche elettricità, è in molti casi insufficiente, di modo che sovente si crede che sia nulla, sol perchè debolissima. Si trae dunque un gran vantaggio strofinando corpi dubbi collo scudo o lamina metallica del nostro apparecchio, che in questo caso deve effer nuda, poi levatala in alto isolata interrogando lei medesima, la quale darà segni abbastanza sensibili per qualunque picciola ad insensibile elettricità eccitata nel corpo, contro cui si è strofinata, e dinoterà quale specie di elettricità quello abbia contratta, giacchè si fa che debbe essere nei due contraria. Anche il Sig. CAVALLO si serviva di questo mezzo per iscoprire l'elettricità in molti corpi *. Ma ve n' è uno a certi riguardi migliore, che certamente nè egli nè altri, ch' io sappia, han conosciuto. Quando il corpo, di cui si vuol provare la virtù, non è tale che vi si possa addattare in piano la lamina metallica per dimenarla sopra strofinando, si puo fare così: posata la lamina sopra il solito piano

* Vedi il suo trattato, cap. VI. p. iv.

femicoibente, si strofini essa, o meglio si percota a vari colpi col corpo in questione; il che fatto si levi la lamina, e si osservi se è elettrizzata: lo farà certo nel caso che vi siate servito a percuotterla di una striscia di cuojo, d'una corda, d'un pezzo di panno, di feltro, o simili cattivi conduttori; e lo farà assai più che se l'aveste sferzata o strofinata par egual maniera coi medesimi corpi stando essa lamina metallica isolata. In somma coll' uno o coll' altro degl' indicati mezzi voi otterrete elettricità da corpi che non avreste mai creduto che godeffero di questa virtù, anche da corpi non secchi, da tutti infine eccetto solo i metalli e i carboni: dirò dappiù, ch' io ne ho ottenuto qualche volta strofinando la lamina metallica colla mano nuda.

28. 5°. Si è cercato se il calore, l'evaporazione, le fermentazioni, &c. producano qualche grado di elettricità, ossia cagionino qualche alterazione alla dose naturale del fluido elettrico nei corpi che subiscono cotesta azione, e in quelli che ne sono in contatto. La ricerca era di grande importanza per fissar pure qualche idea sull' origine dell' elettricità naturale, ossia atmosferica. Io so di molti che hanno tentato specialmente sull' evaporazione delle sperienze invano, anche hanno infine rinunciato alla speranza di ottenere per tal mezzo segni elettrici; nè so d'alcuno che sia ancor giunto ad ottenerli. Le mie proprie sperienze non avean avuto miglior successo; ad ogni modo ben lungi di rinunciare ad ogni speranza, le andava sempre più nodrendo. Da gran tempo io aveva imaginato che le dissoluzioni, le effervescenze, le volatilizzazioni, &c. sconvolgendo le minime particelle, e forma e posizione mutandone, doveano coll' alterazione delle forze mutue di esse particelle aumentare o diminuire le rispettive capacità dei corpi sottoposti a que moti intestini, e consequentemente occasionare dove condensazione, dove rarefazione del fluido elettrico: ne era così persuaso, che

non

non sapevo darmi pace che l'elettricità non si manifestasse per alcuno di tali processi ; di tal mancanza di segni pertanto io ne accagionavo parte alla debolezza dell' elettricità che per tal modo si eccitava, parte alla dissipazione di essa prodotta dai vapori medesimi che si sollevano durante il processo, e distruggono quasi intieramente l'isolamento : mi compiaceva però sempre a pensare, che l'avrei un giorno potuta scoprire cotesta elettricità fugace, moltiplicando le sperienze, e mettendovi più di attenzione e di accuratezza *. Due anni sono allorchè fui passo passo condotto alla maniera di condensare a un segno si grande l'elettricità coll' apparecchio qui descritto, i miei pensieri si rivolsero nuovamente all' oggetto delle antiche mie ricerche, e concepj molto più fondata speranza di poter iscoprire qualche cosa, e già mi proponeva di applicarmi, a tali sperienze, quasi presagendo la riuscita ; ma varj accidenti le ritardarono fino al Marzo e Aprile di quest' anno, in cui intraprese avendole a Parigi in compagnia di alcuni membri dell' Accademia R. delle Scienze, mi riuscì finalmente di ottenere segni non dubbj di elettricità (che dico segni non dubbj ?) fin la scintilla elettrica dall' evaporazione dell' acqua, dalla semplice combustione dei carboni, e da varie effervescenze, come quelle che producono l'aria infiammabile, l'aria fissa e l'aria nitrosa.

29. Terminerò la prima parte di questa memoria coll' dire, che oltre gli accennati vantaggi, ed altri del medesimo genere, che ne procura il nostro condensatore considerato semplicemente come istromento, atto ad ingrandire i segni dell' elettricità ; le varie sperienze che possono farsi con esso spargono eziandio molto

* Tutti questi miei pensieri sono esposti in una dissertazione latina stampata l'anno 1769, che ha per titolo, *De vi attractiva ignis electrici, ac phenomenis inde pendentibus, ad JOHANNEM BAPTISTAM BECCARIAM, &c.*

258. *Del modo di render sensibilissima la più debole*
lume sulla teoria elettrica, per quella parte massimamente che
riguarda l'azione delle atmosfere: lo che andiamo a vedere
nella parte 2^a.

P A R T E S E C O N D A.

In qual maniera un conduttore accostandosi a un altro sotto certe condizioni, si trovi in istato di ricevere una straordinaria quantità di elettricità.

30. Le sperienze riportate nella prima parte di questa memoria ci hanno abbastanza mostrato come una lamina metallica o qualsvoglia piano conduttore, cui soglio appellare *scudo*, applicato ad un altro piano, il quale opponga, o per la qualità sua di cattivo conduttore, o per l'interposizione di un sottile strato coibente, una certa non grande resistenza alla trasfusione dell'elettricità, come dissi, tale scudo in siffatta posizione attò sia a tirare sopra di sé e raccorre nel suo seno maggiore copia di elettricità, che se si trovasse in qualsvoglia modo perfettamente isolato. Abbiam veduto come facendolo toccare all'uncino di una boccia di Leyden, al conduttore di una macchina elettrica, o a quello dell'elettricità atmosferica, infine a qualunque potenza o sorgente elettrica, anche quando l'elettricità è debolissima e affatto impercettibile, pur gli se ne comunica tanto da poter manifestarsi quindi con segni molto vivaci, tosto che si leva esso scudo in alto. Or qui intraprendiamo di spiegare un tal fenomeno: e la spiegazione medesima servirà più ch'altra cosa a facilitare la pratica delle sperienze di questo genere.

31. Adunque il tutto si riduce a questo: che la lamina o scudo ha molto e molto maggiore capacità nel 1° caso, quando cioè posa sul piano avente le condizioni indicate (præc. e 11. 12. 22.), che nel 2°, in cui tienfi es. gr. in alto sospeso per i suoi cordoncini di seta, o per un manico isolante, oppur che posa sopra un grosso strato coibente, o sopra un piatto isolato.

Per dilucidare questo punto essenziale, prendiam le cose da più lontano.

32. Non vi vuol molto a comprendere, che' ivi è maggiore capacità, dove una data quantità di elettricità forge a minor intensità, o che è lo stesso, quanto maggior dose di elettricità è richiesta a portare l'azione a un dato grado d'intensità; e *vice-versa*: a dir breve, la capacità e azione, o tensione elettrica sono in ragione inversa.

Farò qui osservare sul principio, ch' io dinoto col termine di tensione (che volentieri sostituisco a quello d'intensità) lo sforzo che fa ciascun punto del corpo elettrizzato per disfarsi della sua elettricità, e comunicarla ad altri corpi: al quale sforzo corrispondono generalmente in energia i segni di attrazione, ripulsione, &c. e particolarmente il grado a cui vien teso l'elettrometro.

33. Ciò che abbiam detto comprendersi facilmente che la tensione debb' essere in ragione inversa delle capacità, ci viene poi mostrato nella maniera più chiara dall' esperienza. Siano due verghe metalliche, una lunga 1 piede e l'altra 5. di grossezza equali. S'infonda alla prima tanto di elettricità, che giunga a vibrare un elettrometro annesso a 60 gradi: se in questo stato si farà toccare quella all' altra verga, l'elettricità comparrendosi equabilmente ad ambedue, diminuirà di tensione tanto appunto, quanto la capacità si trova ora accresciuta, cioè 6 volte: locchè ci farà vedere l'elettrometro, smontando dai 60, ai

10 gradi. Così se l'istessa quantità di elettricità venisse a diffondersi in un conduttore 60 volte più capace, non rimarrebbe che $\frac{1}{60}$ della primiera tensione, cioè un grado solo: come viceversa la tensione di 1 sol grado di cotesto gran conduttore, o d'altro qualunque, salirebbe a 60, ove la di lui elettricità venisse a raccorsi e condensarsi in una capacità 60 volte minore.

34. Or non solo conduttori di mole e massa diversi hanno diversa capacità; ma anche l'istesso conduttore può averne una maggiore o minore, secondo varie circostanze; alcune delle quali non sono per anco state considerate, come si conviene. È stato osservato che l'istesso conduttore acquista o perde in capacità, a misura che si aggrandisce, o si ristinge di superficie; secondo che una catena metallica es. gr. si dispiega in lungo, o si ammucchia, secondo che vari cilindri contenuti un nell'altro, come quelli d'un cannochiale si traggono fuori, o si fanno rientrare, &c. Quindi si è concluso generalmente che la capacità non è in ragion della massa, ma bene in ragion della superficie del conduttore: come FRANKLIN ha dimostrato appunto col indicato sperimento della catena.

35. Questa conclusione è giusta, ma non comprende ancor tutto, perocchè anche con superficie egualmente grandi si ha maggiore o minore capacità, se siano i conduttori diversamente conformati. Essa si troverà maggiore di molto in quel conduttore che avrà più lunghezza comunque sia d'altrettanto meno grosso, cosicchè la quantità della superficie rimanga eguale: come WATSON ed altri aveano già osservato, e come io mi lusingo d'aver posto in miglior lume nella mia memoria sulla capacità de conduttori semplici *, nella quale dimostro il grande vantaggio di un conduttore costrutto di molte verghe di legno coperte di foglia metallica, e collocate in lungo punta a punta;

* Fu pubblicata questa memoria in un opera periodica di Milano intitolata *Opuscoli Scelti*, per l'anno 1778, e nel Giornale dell' Ab. ROZIER l'anno sequente.

soprà gl' ordinari conduttori assai più grossi e meno lunghi. Se l'istesso conduttore colla grossezza e lunghezza medesima non sia dritto, ma assai curvo, e molto più se essendo es. gr. un fil di ferro, abbia molti torcimenti, o si ripieghi indietro, avrà minore capacità; così pure l'avranno minore le indicate verghe, se invece d'esser collocate punta a punta in linea retta, lo fiano ad angolo, e peggio se s'accostino parallele.

Le sperienze ed osservazioni da me rapportate in quello scritto, ed infinite altre, massimamente quelle intorno al così detto *pozzo elettrico*, concorrono tutte a provare, che la capacità è in ragione non delle superficie qualunque esse sieno, ma delle *superficie libere dall' azione delle atmosfere omologhe*: nella quale rettificata proposizione converranno tutti quelli, che si faranno a considerare i principali fenomeni delle atmosfere elettriche.

36. Ma v' è dappiù ancora: e questo è propriamente che fa al nostro caso. L'istesso conduttore ritenendo la stessa superficie, e la forma sua non mutata, acquista maggiore capacità allorchè in luogo di rimanere isolato solitariamente, si affaccia a un altro conduttore non isolato; e l'acquista tanto sempre maggiore quanto vi si affaccia più davvicino, e quanto le superficie che si presentano un l'altro sono più larghe. Io chiamo quel conduttore isolato che ne ha un altro di fronte (sia questo non isolato, come nel caso nostro, sia anche isolato, elettrizzato o no), lo chiamo *conduttore conjugato*; e già io aveva promesso nella mentovata dissertazione, trattato avendo della capacità de *conduttori semplici, o solitari*, di trattare in seguito di quella de *conduttori conjugati*.

37. Tale circostanza, che accresce prodigiosamente la naturale capacità di un conduttore, quella è sopra tutto, a cui non trovo che si sia fatta ancora la debita attenzione; molto meno che alcuno ne abbia tratto quei vantaggi, che dall' applicazione facilmente

facilmente ne derivano. Ma veniamo a quelle sperienze più semplici, che ci mettono sott' occhio questa accresciuta capacità.

Prendo un disco di metallo, il solito scudo d'elettroforo per esempio, e tenendolo in alto isolato lo elettrizzo a una data forza, quanto basta, supponiamo, a fare che un elettrometro annesso si tenda a 60 gradi; calando indi esso disco gradatamente verso un tavolo od altro piano deferente, ecco che decade l'elettrometro a 50, 40, 30 gradi. Non crediate perciò che sia sfemata a questo punto la quantità d'elettricità che il disco possiede, la quale anzi, purchè quello non sia giunto a tale vicinanza dell' altro piano deferente da dar luogo alla trasfusione collo scoccare di qualche scintilla, si farà mantenuta nell' intierezza sua, quanto almeno la lunghezza del tempo, lo stato dell' aria e dell' isolamento lo permette. Onde dunque tale e tanto abbassamento di *tensione*? Non altronde che dall' accresciuta capacità del disco, or non più solitario, ma *conjugato*. In prova di che se si sollevi di nuovo gradatamente, risalirà il suo elettrometro a 40, 50, e fin presso ai 60 gradi di prima (risalirebbe a 60 giusto, se si potesse impedire affatto il dissipamento nell' aria, e lungo gl' isolatori non mai perfetti abbastanza); a misura cioè che allontanandosi dall' altro piano deferente ritorna il disco a quella più angusta capacità, che gli compete quand' è solitario.

38. La ragione di un tal fenomeno si deduce facilmente dall' azione delle *atmosfere elettriche*. Quella del disco, che or suppongo elettrico *per ecceſſo* si fa sentire al tavolo, od altro qualſivoglia conduttore, a cui si affaccia in guisa che il fuoco di questo, giusta le note leggi, ritirandosi si dirada nelle parti più vicine al disco sovraſtante, e tanto più si dirada, quanto esso disco elettrico si va più accostando. Se l'elettricità di questo è *per difetto*, il fuoco del tavolo o piano inferiore qualunque sia, accorre

accorre e si addensa verso la superficie medesima, che guarda il disco, e che ne sente più d'avvicino l'azione. Insomma le parti immerse nella sfera di attività del disco contraggono un elettricità *contraria*, elettricità che può dirsi *accidentale*, e che portando in certo modo un *compenso* a quella *reale* del disco medesimo, ne diminuisce la *tensione*, come appunto ci dimostra l'abbassamento dell' elettrometro (præc.)

39. Due altre sperienze porranno in maggior lume questa azione reciproca delle atmosfere elettriche, mercè di cui ora s'infievoliscono, ora si rinforzano mutuamente le *tensioni* ossia azioni elettriche di due corpi col solo avvicinarsi l'uno all' altro, ritenendo ciascuno nè più nè meno la sua dose di elettricità.

Cominciamo da quelle che si rinforzano. Queste sono le *atmosfere omologhe*. Siano pertanto due piani conduttori, due dischi, elettrizzati o per eccezio amendue, o amendue per difetto. Si affaccino questi, e si vadano gradatamente avvicinando: vedrassi che influiscono l'uno sull' altro in modo, che la *tensione* elettrica s'accresce in amendue a proporzione del più grande avvicinamento, e della quantità di superficie che si presentano: cioè, dico, vedrassi dal maggiore innalzamento dè rispettivi elettrometri, e dalla scintilla, che esplorando l'uno o l'altro di quei dischi scoccherà a maggior distanza, che se ciascuno fosse rimasto con tutta la sua elettricità *solitario*. In quello stato adunque di avvicinamento egli è chiaro, che ciascuno de due conduttori *conjugati* ha una minore capacità; giacchè a proporzione che sono già *attuati* a un più altro grado di elettricità, lor resta meno per giungere al sommo, o a parlar più giusto, maggiore è la resistenza che oppongono ad un ulteriore carica, conformemente a quanto osservato già abbiamo (33.) che la tensione esprime lo sforzo, onde un corpo tende a disfarsi dell' elettricità, e a comunicarla altrui. Così una boccia di

Leyden carica a un grado un poco maggiore di quello dei dischi *solistari*, la quale per conseguenza darebbe loro in tale stato, *riceverà all' incontro da essi quando essendo conjugati vi prevale la tensione*: ritornando questi solitari, cederanno un'altra volta alla boccetta, &c.

Or anche si comprende quello, che abbiamo fatto più sopra osservare (36.), onde sia cioè che un filo metallico ripiegato, e molte verghe poste allato e vicine le une alle altre, abbiano minore capacità che disposte l'una all' altre in una linea retta; perchè con superficie equali un conduttore corto e grosso abbia meno capacità d'un lungo e sottile; perchè infine la capacità sia in ragione delle superficie *libere*, o meno *attuata* dall' influsso delle atmosfere omologhe.

40. Siano ora i medesimi dischi della sperienza precedente ambi ellettrizzati, ma uno *per eccesso* l'altro *per difetto*, ben si vede che ne seguiranno effetti contrarj: cioè l'influenza vicendevole delle atmosfere, per cui l'uno è *attuato* dall' altro, produrrà un *compenso od equilibrio accidentale*, onde diminuirassi la *tensione* in ambedue, cadrà l'elettrometro, &c. Allora io dico che trovasi accresciuta in ciascuno de due dischi la capacità, in quantochè opporrà ciascuno minor resistenza ad un ulteriore carica dell' elettricità che già possiede, e gliene rimarrà dippiù a prendere per giugnere a un dato grado di *tensione*. Così una boccetta di Leyden carica dell' istessa specie d' elettricità d'uno di questi dischi, e all' istesso grado ed anche al disotto, potrebbe tuttavia aggiungere all' elettricità di quello, quando, trovandosi *conjugato*, la sua *tensione* è indebolita dall' atmosfera elettrica contraria del disco compagno; ma rimosso quello da questo, e diventata in lui le *tensione prevalente*, darebbe egli della sua elettricità alla boccetta, &c.

41. Non resta più ora che fare un applicazione di quest' ultima sperienza a quelle riportate di sopra (38.), in cui il disco

elettrizzato

elettrizzato si affaccia a un piano conduttore non isolato. S'egli è vero, come supposto abbiamo che questo nella parte più vicina a detto disco elettrico, per l'azione della di lui atmosfera, si compone ad un'elettricità contraria, vale a dire che il fuoco ivi si dirada qualor l'incombente elettricità sia *in più*, o vi si condensa qualor sia *in meno* (39.), dovrà dunque nascere l'istesso *equilibrio* accidentale, l'istesso *compenso*, e alleviamento alla *tensione* elettrica del disco, lo stesso abbatimento dell' elettrometro, come appunto si osserva (38.) : quindi l'accresciuta capacità di esso disco ; quindi la maggior dose di elettricità che potrà ricevere (prec.) &c.

42. La cosa è già bastantemente chiara, ma si renderà ancora più manifesta, e toccherassi con mano, se si venga ad isolare il piano conduttore (supponiam che questo sia parimenti un disco metallico, che chiameremo disco inferiore) affacciato già al disco elettrico, e dopo si allontanino un dall' altro ; giacchè allora compariranno realmente in esso piano o disco inferiore i segni dell'elettricità contraria da esso lui acquistata allorchè non era isolato, e trovasi immerso nell' atmosfera del disco superiore. Cotesto disco superiore poi, il quale intantochè si allontana, ricupera la *tensione*, che l'avvicinamento gli avea fatto perdere, la perderà di nuovo a misura che si accosterà un'altra volta al disco inferiore, e la farà perdere a lui medesimo, in virtù dell' azione reciproca delle contrarie elettricità (41.) a indicare le quali vicende è opportuno che trovisi un elettrometro annesso a ciascuno de dischi ; poichè il linguaggio dell' elettrometro è il più significante di tutti, e ardisco dire ch' esso solo vi dà la spiegazione di tutti i fenomeni riportati in questo scritto, e d' infiniti altri analoghi.

43. Che se il disco inferiore si trovi isolato, al primo affacciarsi il disco superiore elettrizzato, e isolato rimanga tutto il tempo che questo vi sta sopra, in tal caso venendo *attuato* dalla

di lui atmosfera, acquisterà quella che chiamo elettricità *omologa accidentale*, cioè una *tensione* od azione elettrica, con cui fa sforzo di conseguire l'elettricità contraria; il che non venendogli dato di effettuare, per l'isolamento in cui si trova, non potrà neppur *compensare* nel dovuto modo l'elettricità del disco incombente, né quindi diminuire in lui la *tensione* notabilmente, dimodochè l'elettrometro appena farà cenno di abbassarsi (il qual picciolo abbassamento si deve a quel poco di fuoco, che per l'azione dell' atmosfera elettrica può moversi nella spessezza del qualunque disco inferiore, o lungo i suoi sostegni isolanti non mai perfetti abbastanza); e per conseguenza non acquisterà il disco superiore maggiore capacità, onde poter prendere maggior dose di elettricità. Ma bene l'acquisterà, se un momento si venga a toccare il disco inferiore, onde distruggere in esso l'elettricità *accidentale omologa*, che vuol dire fargli prendere la *reale contraria*.

44. Se il disco inferiore non che trovarsi isolato, sia egli medesimo isolante, succederà lo stesso, cioè non potrà diminuire la *tensione* elettrica né quindi aumentare la *capacità* del disco superiore accostatogli comunque. Non così però se tal disco isolante sarà semplicemente un sottile strato che copra un conduttore; mercechè questo piano conduttore che trovasi poco sotto, e in cui può moversi liberamente il fuoco, farà esso il giuoco di *compensare* l'elettricità del disco superiore; e lo strato isolante interposto diminuirà soltanto l'azion mutua delle atmosfere elettriche, in ragione della maggior distanza che pone tra l'uno e l'altro conduttore.

45. La *tensione* ossia azione elettrica del disco, la quale, come abiam veduto (38. 42.) va diminuendosi a misura ch' egli si affaccia più davvicino ad un piano deferente non isolato, è portata

tata a un tale decadimento quando si arriva quasi al contatto, il compenso od *equilibrio accidentale* essendo allora quasi perfetto, che dove l'elettrometro era teso a 60, 80, 100 gradi, si vedra or disceso a 1 grado solo, ed anche meno. Quindi se il piano e disco inferiore opponga solo una picciola resistenza al trapasso dell' elettricità, o per l'interposizione d'un sottile strato coibente, o per la natura sua propria d'imperfetto conduttore, qual è il marmo asciutto, il legno secco, &c. tale picciola resistenza congiunta a quella della distanza comunque piccolissima non potrà essere superata da tale debolissima *tensione* del disco elettrico; il quale perciò non iscagliera scintilla al piano (salvo che forse dagl' orli non ben ritondati, e nel caso che possieda una gran copia di elettricità); anzi conserverà tutta o quasi tutta la sua elettricità, dimodoche rialzandolo, il suo elettrometro ascenderà quasi al grado di prima. Più: potrà il disco senza gran detrimento della sua elettricità giugnere fino al contatto del piano imperfetto conduttore, e restarvi qualche tempo applicato: nel quale contatto la *tensione* elettrica trovandosi pressochè ridotta a nulla non ha forza di passare dal disco al piano che combacia se non lentissimamente.

46. Non andrà però così la bisogna, se ripetendo l'esperienza s'inclini il disco, e si porti a toccare il medesimo piano in costa: allora suffisstendo in quello maggior *tensione* di elettricità (come ci mostrerà il fedele elettrometro), giacchè non vien bilanciata che corrispondentemente ai punti di superficie dell' uno che guardano davvicino la superficie dell' altro, cotal azione elettrica meno indebolita vincerà la piccola resistenza del marmo, o di qualsiasi altro imperfetto conduttore, e fino di un sottile strato coibente che trovisi interposto, cosicchè l'elettricità trasforderassi realmente, e o s'affiggerà a cotesto strato coibente che copre il conduttore, o

pafferà entro a questo se è nudo fino a perdersi nel suolo *, e ciò in brevissimo tempo: laddove vedemmo (præc.), che non ne passa nulla o quasi nulla in tempo assai più lungo, quando il contatto col medesimo piano è il più ampio possibile. Il che ha l'aria di paradosso; ma pur si spiega così bene coi principj delle atmosfere elettriche.

47. Quello che sembra anche più paradosso, o almeno che sorprende dippiù, si è che neppure il contatto di un dito, o di un pezzo di metallo comunicanti col suolo, replicato più volte e continuato per alcuni secondi, valga a spogliare intieramente

* Questa spiegazione bene intesa ci conduce a render ragione in generale della *virtù della punta*. A parlar giusto una punta non isolata, presentata a un corpo elettrico non ha alcuna virtù propria per attirarne l'elettricità, ella si comporta semplicemente come un conduttore non isolato che non oppone resistenza al passaggio del fluido elettrico. Se il medesimo conduttore presenta al corpo elettrico in vece della punta una palla, od una superficie piana, non oppone già egli per questo maggiore resistenza; onde è dunque che l'elettricità non vi si getta egualmente all'istessa distanza dal corpo elettrico? Ciò viene dall'indebolita *tensione* ossia azione elettrica di questo corpo in virtù della più larga superficie presentatagli da quel conduttore non isolato, la quale superficie componendosi ad un'elettricità contraria, offre maggior *compenso* che una punta, come si è qui sopra spiegato. Adunque in luogo di dimandare perchè una punta tragga o getti sì da lungi l'elettricità, dovrebbe domandare piuttosto perchè una palla o un piatto egualmente conduttore non lo faccino: allora io farò osservare che non è già un difetto di questa palla o di questo piano, come non è una virtù propria della punta che metta tale e tanta differenza; ma bene lo stato del corpo elettrico e della sua atmosfera (con cui intendo anche l'aria che lo circonda *attuata* ad una tensione di elettricità omologa) il qual decade dalla sua forte *tensione* a proporzione che s'immengono in detta sua atmosfera e si affacciano a lui più punti di un conduttore non isolato. Affievolita pertanto *l'azione elettrica*, è egli sorprendente che non possa più superare la resistenza di quel lungo strato d'aria interposta tra il corpo elettrico ed il conduttore, che supera agevolmente quando non presentandogli si alla medesima distanza che una punta sottile, la *tensione* di esso corpo elettrico e dall'aria infinitamente meno bilanciata, suffise nel suo pieno vigore?

dell' elettricità il disco posato sull' amico piano ; ma ve ne lasci sovente tanto da poter dare ancora una scintilla quando in seguito si leva esso disco in alto. Invero tal fenomeno farebbe inesplicabile anche nei nostri principj, se il dito o il metallo fossero perfetti conduttori, a segno di non opporre la minima resistenza al passaggio del fluido elettrico, come si crede comunemente ; ma la cosa non è così ; e ce lo dimostrano queste stesse sperienze. I metalli dunque non sono che conduttori meno imperfetti degl' altri corpi. Ma, dirassi, noi vediamo che si trasfonde da un capo all' altro di un metallo, e da un metallo all' altro l'elettricità in un istante. Sia pure così di quell' elettricità che dispiega una forza sensibile a segno di tendere un eletrometro, o di attrarre un filo leggerissimo. Ma convien riflettere che al disotto di questo vi hanno da essere ancora altri gradi di elettricità impercettibili, i quali, dico io, non son valevoli a superare si tosto quella qualunque piccola resistenza che pure oppor denno i migliori conduttori. Quando dunque un metallo tocca il disco elettrizzato che riposa sul suo piano, lo spoglia immantinente dell' elettricità fino al segno che la *tensione* diviene affatto *insensibile*, non però *nulla*, essendo ridotta supponiamo, a $\frac{1}{5}$ di grado. Ma se sollevando il disco in alto la sua *capacità* si ristringa a segno che dispieghi una tensione elettrica 100 e più volte maggiore, questa salirà dunque a 2 gradi, ed oltre ; con che farà divenuta sensibile, finanche al punto di dare una scintilla.

48. Fin qui considerato abbiamo come l'azione delle atmosfere elettriche debba modificare l'elettricità del disco nelle sue varie situazioni, allorchè gli è stata infusa prima di accostarlo al piano deferente. Ora vediamo che avvenir debba allorchè gli s'infonda stando già egli vicino o meglio applicato al detto piano. Quando ho detto dal bel principio (32.) che in tale stato egli ha molto maggiore

maggiore *capacità*, e son venuto provandolo fin qui, ho detto e provato tutto: le applicazioni sono facili a farsi. Gioverà non pertanto esemplificare un'esperienza. Mi si dia una boccia di Leyden, o un ampio conduttore elettrizzato a 1 sol grado di *tensione*, od anche meno. Se io farò toccare l'una o l'altro al mio disco posato, è chiaro che gli comunicheranno della loro elettricità a misura della sua *capacità*, tanto cioè quant'egli può riceverne per comporsi con essi ad una *tensione* ossia forza elettrica *eguale*, supponiamo di $\frac{1}{2}$ grado. Ma la sua *capacità* or ch'egli è non solamente *conjugato* ma combaciante il conduttore compagno, è 100 e più volte maggiore (46.) di quando si trova isolato *soltariamente*, ossia vi vuole per produrvi la data tensione 100 volte maggior dose di elettricità (33.), quindi appunto ne avrà preso 100 volte più, che non avrebbe potuto prenderne stando isolato in aria. Quando dunque si leverà in alto a misura che allontanandosi dal caro piano si ridurrà alla naturale sua angusta *capacità*, la *tensione* elettrica dispiegherà maggiore, e maggior sempre fino al termine di 50 gradi (nel supposto caso che la tensione fosse di $\frac{1}{2}$ grado stando il disco posato), quando cioè la sua atmosfera non facendosi più sentire al detto piano, farà cessata ogni maniera di *compenso*, e tolto quell' *equilibrio accidentale*, che teneva la tensione così bassa (39. 42.). E inutile il dire, che calando dī nuovo il disco verso il piano, si abbatterà di nuovo l'elettrometro, a misura che l'*equilibrio accidentale* si andrà ristabilendo; giacchè questo è il primo fenomeno che contemplato abbiamo (38.), e che ne ha condotti alla spiegazione di tutto il resto.

49. Soggiungerò questo per ultimo schiarimento. Succede al disco che passa dallo stato d'isolamento solitario a quello di affacciarsi fin anche a combaciare un piano convenientemente preparato, o da questo all' altro stato, lo stesso che succede ad un conduttore compreso

compresso sotto angusta superficie, che si dispieghi in una assai più ampia, e vice versa (richiamiamo l'esempio della catena ammucchiata e poi distesa, o dei cilindri ch' entrano un nell' altro (35.). Elettrizzato a un alto grado il conduttore quand' è avvolto e impicciolito, se dopo viene a distendersi od allungarsi, decade in lui la *tensione* a misura che l'elettricità, compartendosi a una più grande *capacità*, vien diradata. All' incontro eletrizzato debolmente quando è disteso e gode della sua maggiore capacità, se dopo si avvolge e rappicciolisce, va egli acquistando viemmagior *tensione* a misura che l'elettricità si raccoglie e viene condensata in una capacità minore. Così appunto il nostro disco se venga elettrizzato quand' è *solitario* a una forte *tensione* questa anderà scemando à misura ch' egli si affacia ad un altro piano non isolato; all' incontro elettrizzato debolissimamente quando è prossimo a questo piano o lo combacia, vedràssi crescere in lui insignemente la *tensione* a misura che si allontana da quel piano. Si puo dunque dire che l'elettricità viene qui pure in certo modo *condensata*, non altrimenti che nell' addotto esempio del conduttore che s'impicciolisce: e quindi il nome di *condensatore* che ho dato al mio apparecchio. Certo se non puo dirsi nel nostro caso *condensata* l'elettricità in minore spazio, giacchè e massa e volume rimangono i medesimi nel disco che adoperiamo, ella è però confinata in tal corpo di cui la *capacità* di grandissima che era è divenuta come che sia piccolissima.

50. Ora se una debole insensibile forza elettrica di una boccetta di Leyden o di un conduttore appena un poco carichi applicata al disco giacente puo accumularvi tanto di elettricità, onde poi levato in alto dispieghi una forte tensione, vibri vivace scintilla, &c. che farà una carica forte della boccia o del conduttore applicatavi egualmente? Non farà gran cosa dippiù, per la ragione che tutta quell'elettricità ch' è superiore in forza

alla

alla piccola resistenza che oppone la superficie del piano (46.), sia persa, trapassando in esso (47.). Ad ogni modo se questo piano essendo convenientemente preparato (11. 12. 22.), tale resistenza sia discreta, il disco non se ne staccherà senza vibrare d'attorno dagl' orli comunque ritondati fiocchi di luce, per la straboccheggiante copia di elettricità, di cui si troverà carico: e a tanto non farà neppur necessario che la boccetta che s'impiega a dargliela abbia assai forte carica, bastando una mediocre, e meno che mediocre, tale che appena giunga a dar scintilla.

51. Da tutto il fin qui detto s'intende facilmente, che se il disco posato puo prendere buona dose di elettricità da una boccia di Leyden *, o da un ampio conduttore, comechè debolissimamente animati, non lo puo in alcun modo da un conduttore poco capace (e come darebbe questi ciò che non ha?) a meno che non si continui d'altra parte ad infondere a lui medesimo

* Nella mia memoria sulla capacità de' conduttori semplici dimostro la grandissima capacità che ha una boccia di Leyden comparativamente alla sua mole, appunto perchè l'elettricità che s'infonde ad una superficie truova un gran compenso nell' elettricità contraria che prende la superficie opposta, ciò che produce la solita diminuzione di tensione, &c. Vi fo vedere come 16 pollici quadrati di superficie armata hanno una capacità eguale a un conduttore di verghe inargentate lungo presso a 100 piedi, il quale ne ha una grandissima, talche le sue scintille producono la vera commozione in un grado abbastanza forte. Ivi anche accenno come tutti i fenomeni della carica e della scarica degli strati isolanti, dell' elettroforo, delle punte ec. possono dipendere dall' istessa azione delle atmosfere elettriche, combinata, per ciò che appartiene agli strati isolanti, con una certa non molto grande resistenza che prova l'elettricità ad affiggersi alla superficie di questi egualmente che a sortirne, e con quella incomparabilmente più grande e puo dirsi insuperabile che la impedisce di diffondersi attraversandone la spessezza. Intorno a che fin dal tempo in cui pubblicai la descrizione, e le principali sperienze del mio elettroforo, che fu nel 1775 (vegg. la Scelta d' Opusc. interes. di quell' anno) io avea promesso di esporre tutte le mie idee in un trattato che avrebbe per titolo: *dell' azione delle atmosfere elettriche, e de' fenomeni che ne derivano negli strati isolanti.*

quella

quella qualunque debole elettricità, a meno che la sorgente non continui per qualche tempo: il che ha luogo per esempio nel conduttore atmosferico che bee l'elettricità insensibile dell' aria, e in quello malissimo isolato d'una macchina ordinaria, il di cui giuoco vi mantiene una si debole *tensione* di elettricità, che in niun modo appara. In ambi questi casi abbiamo osservato infatti (4. 25.) che vi vuol del tempo prima che il disco possa raccorre una dose sufficiente di elettricità.

52. Come un ampio conduttore trasmette la massima parte della sua elettricità al nostro disco, il quale quantunque assai più picciolo, gode però in grazia della sua vantaggiosa posizione, in grazia di quell' *equilibrio accidentale* a cui si compone col piano, d'una *capacità* molto più grande di quella che gli compete in istato solitario; e come levando in seguito esso disco in alto, con che tolto ogni *equilibrio o compenso*, vien ristretto alla naturale sua angusta capacità, quella stessa dose di elettricità presa al gran conduttore, e che appunto per esser egli si grande vi producea si debole *tensione*, or ne produce una tanta più grande in cotesto disco; nell' istessa maniera, e per l'egual ragione l'elettricità aumenterà una seconda volta di tensione facendola passare dal disco già sollevato ad un altro giacente molto più piccolo, da innalzarsi quindi similmente.

Il Sig. CAVALLO, a cui dietro le altre mie sperienze, suggerì quest' artificio, ha fatto tal picciolo disco d'una lamineetta non più grande d'uno scillino. E certo questo secondo *condensatore* dell' elettricità è utile in molti casi in cui l'elettricità non è sensibile ancora o dubbia col primo: come ce ne hanno assicurato varie prove che facemmo insieme. Talora l'ordinario disco toccato dal corpo, di cui si dubitava se avesse o no un principio di elettricità, non movea ancora l'elettrometro sensibilissimo dell' istesso Sig. CAVALLO; ma toccato con quel disco l'altro picciolino, questo facea divergere sensibilmente le

palottoline dell' elettrometro. Eppure qualche volta anche con questo non si otteneva nulla, o un' ombra solamente di elettricità. Or se noi supponiamo la *tensione* elettrica accresciuta a 1000 volte tanto per l'intervento dei due condensatori, il che non è troppo, quanto mai debole esser dovea originariamente nel corpo esaminato? Quanto debole p. e. quella che si eccita in un metallo strofinandolo colla mano nuda, giacchè comunicata al primo, e da questo al secondo picciolo disco, e finalmente all' elettrometro, le palle appena fan cenno di scostarsi? Ma basta che facciano tanto per esser noi convinti, che l'elettricità non è nulla, e che il metallo l'ha originariamente contrattata per lo stroppicciamento della mano. Quanto mai eravam lontani da una simile scoperta pochi anni addietro prima del nostro *condensatore*, e dell' elettrometro così sensibile del Sig. CAVALLO. Quanti gradi di elettricità noi scopriamo adesso al disotto del più picciolo d'allora?

A P P E N D I C E.

HO detto al § 28. che mi è riuscito finalmente di ottenere segni distintissimi di elettricità e dalla semplice evaporazione dell' acqua, e da varie effervescenze chimiche. Essendo questo un fatto non meno interessante che nuovo, stimo non inopportuno di far qui il racconto fedele delle sperienze. Le prime dunque, come ivi accenno, sono state fatte a Parigi in compagnia di due fisici illuminati e membri dell' Acc. R. delle Scienze. Furono questi il Sig. LAVOISIER, e il Sig. DE LA PLACE. Eglino concepiron meco la speranza di un felice riuscimento quando

quando ebbi loro mostrato gli effetti del mio *condensatore*, e spiegata la ragione dei fenomeni: consequentemente il Sig. LAVOISIER ne ordinò un grande col piano di marmo bianco. I primi tentativi da me fatti con questo in compagnia del Sig. DE LA PLACE sull' evaporazione dell' acqua e dell' etere non furono coronati dal successo; ma il tempo era cattivo, la stanza troppo picciola e ingombrata di vapori, e l'apparato non troppo ben in ordine. All'incontro quelli che ripeterono l'istesso Sig. DE LA PLACE e Sig. LAVOISIER ad una campagna di quest' ultimo ebbero buon riuscimento. La qual cosa c'invogliò a ripetere e moltiplicar le sperienze, e il successo fu completo, avendo ottenuto segni chiarissimi di elettricità dall' evaporazione dell' acqua, dalla semplice combustione dei carboni, e dall' effervescenza delle limature di ferro nell' acido vitriolico diluto. Ciò avvenne il giorno 13 Aprile e la maniera di far l'esperienza fu questa: si isolò in un aperto giardino una gran lastra di metallo, alla quale era attaccato un lungo filo di ferro che veniva a terminare in contatto dello scudo o disco posato sul piano di marmo, e questo tenevasi continuamente asciutto e caldo da alquanti carboni sottoposti. Ciò fatto posimo su la detta lastra isolata alcuni scaldini ripieni di carboni mezzo accesi, e lasciammo che la combustione ajutata da un gentil vento che spirava andasse rinforzandosi per alcuni minuti: allora rimovendo lo scudo dal contatto del filo metallico e quindi da quello dal marmo con alzarlo al consueto modo, vi comparvero i segni aspettati di elettricità, mentre accostato al nuovo elettrometro del Sig. CAVALLO, fece che s'aprissero i due fili colle pallottoline: esaminata questa elettricità si trovò essere *negativa*. Si ripetè l'esperienza ponendo sulla lastra isolata invece dei scaldini quattro vasi con entro limatura di ferro e acqua, quindi versando in tutti quattro a un tempo abbastanza d'olio di vitriolo per far forgere

una furiosa effervescenza: quando il più forte bollore cominciava a cadere, allora fu che esplorato lo scudo non che movere i fili dell' elettrometro a qualche distanza, ci diede una sensibile scintilla. Anche qui l'elettricità si riconobbe effere *negativa*. Quanto furon vivi e distinti i segni elettrici con tal prova dell' effervescenza, altrettanto deboli ed equivoci riuscirono questa volta coll' evaporazione dell' acqua eccitata or con mettere delle casserole con entro acqua a bollire sopra i scaldini portati come qui innanzi dalla lastra isolata, ora con versar l'acqua in coteste casserole previamente ben riscaldate.

Pochi giorni dopo ripetemmo le sferienze in una grande stanza estendendole alle altre effervescenze che producono l'aria fissa, e l'aria nitrosa, con buon successo: l'evaporazione sola dell' acqua produsse segni debolissimi talchè ebbimo pena a determinare di quale specie fosse l'elettricità; anzi di tre volte, due ci parve che fosse *positiva*; ma v' è luogo a credere, ed io giudico certamente, che sia stato un errore.

Ancor passati alcuni giorni si ritornò alle sferienze effendo di compagnia anche il Sig. LE ROY membro esso pure dell' Accademia R.; ma né la combustione, nè l'evaporazione dell' acqua non ci dier segni sensibili: di che accagionammo l'esser l'aria umidissima per il tempo piovoso che faceva. Pur ne ottenemmo colla generazione dell' aria infiammabile nel momento della più viva effervescenza: e se l'elettricità non fu questa volta così forte da scintillare, lo fu abbastanza perchè ne distinguessimo chiarisimamente la specie, che era *negativa*.

Prima di lasciar Parigi (che fu il 23 Aprile) volendo io mostrare qualche sferienza di questo genere ad un amatore di elettricità e valente machinista, il Sig. BILLAUM, una volta che mi trovai nel suo laboratorio, presi una giara di vetro, e sospesala a un cordoncino di seta vi misi i materiali per la produ-

zione dell' aria infiammabile: avea fatto entrare nella giara medesima un filo di ferro in modo che toccasse la limatura e l' altro suo capo sporgente venisse a comunicare coll' elettrometro sensibilissimo del Sig. CAVALLO. Quando l'effervescenza fu fata al sommo e la spuma sormontava i labbri del vaso, le palle, scostandosi, dier segno di elettricità; nè questa fu così debole, che non potesse conoscersi esser *negativa*.

Le sperienze coll' evaporazione dell' acqua, che non avean troppo bene corrisposto a Parigi, ebbero molto miglior successo a Londra, quando mi suggerì l'espedito di gettere dell' acqua sopra i carboni accefi ch' erano in uno scaldino isolato. L'effumazione rapida che succede non manca mai di elettrizzare lo scaldino *negativamente*, il quale dà segni abbastanza sensibili col solo elettrometro, e col condensatore, se è ben preparato, arriva a produr scintille. Si trovarono presenti la prima volta a queste sperienze in casa del Sig. BENNET grand'amatore di elettricità, il Sig. CAVALLO e il Sig. KIRWAN membri della S. R. e il Sig. WALKER lettore di fisica. Ci servimmo per apparecchio condensatore d'un picciolo scudo d'elettroforo, è d'una piattello di legno, che si trovò al giusto punto semicoibente, il che è raro quando il legno non è inverniciato.

Un' altra volta in casa del Sig. CAVALLO riuscì l'esperienza isolando un picciolo crogiuolo con entro due o tre carboni accefi e quindi versandovi un cucchiazo d'acqua: un filo di ferro che toccava i carboni, ed estendeva fino all' elettrometro, vi portò sensibile elettricità e sempre *negativa*.

Queste sono le sperienze, che fino ad ora ho avuto occasione di fare; intorno alle quali non debbo tralasciar di dire, che sebbene non avessimo sempre bisogno dell' apparecchio *condensatore* (il quale, se non è benissimo in ordine, a nulla serve, e può nuocere anzichè giovere) per aver segni non dubbi, il solo

elet-

elettrometro sensibilissimo del Sig. CAVALLO avendoci bastato più volte; convien però confessare che si fu quell' apparecchio che ci mise sulla via di tali sperienze, e che col mezzo suo solamente potemmo ottenere segni di una certa forza, e fin la scintilla elettrica. Io non dubito che essendo ora rese così facili tali sperienze, non siano per essere ripetute e promosse. Il campo è solamente aperto, e molto resta ancora a fare. Se i corpi risolvendosi in vapori o in un fluido elastico si caricano di fuoco elettrico a spese degl' altri corpi, e gli elettrizzano per conseguenza *negativamente*, venendo in seguito i vapori medesimi a condensarsi, non cercheranno essi di deporre questo carico, e non produrranno conseguentemente segni di elettricità *positiva*? Ecco ciò che merita singolarmente d'essere verificato coll' esperienza. Io ho già immaginato diversi modi di tentare la cosa che metterò alla prova tosto che ne abbia il commodo. Intanto mi sia qui permesso di dar corso per un momento alle idee che volgo in mente intorno all' elettricità atmosferica.

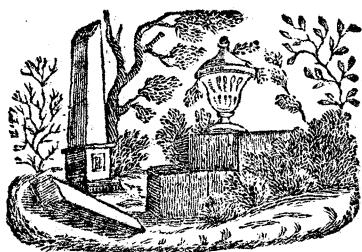
Le sperienze fatte fin qui, e che abbiamo riferite, benchè non sian molte, tutte però concorrono a mostrarcì che i vapori dell' acqua, e generalmente le parti d'ogni corpo, che si staccano volatilizzandosi, portano via seco una quantità di fluido elettrico a spese dei corpi fissi che rimangono, elettrizzandoli con ciò *negativamente*, non altrimenti che ne portan via una quantità di fuoco elementare, con ciò raffreddandoli. Quindi volli inferire che i corpi risolvendosi in vapori, o prendendo l'abito aereo, acquistino una maggiore capacità rispetto al fluido elettrico, giusto come l'acquistano maggiore rispetto al fuoco comune o fluido calorifico. Chi non farà colpito da così bella analogia, per cui l'elettricità porta del lume alla novella dottrina del calore, e ne riceve a vicenda? Parlo della dottrina dal calor *latente* o *specifico*, come si vuol chiamare, di cui BLACK e

WILKE colle stupende loro scoperte han gettato i semi, e che è stata ultimamente tanto promossa dal Dr. CRAWFORD dietro le sperienze del Dr. IRWINE.

Seguendo questa analogia siccome i vapori allorchè si condensano e ritornano in acqua, e conseguentemente alla primiera più angusta capacità, perdono il lor calore *latente*, ossia depongono il dippiù di fuoco che si avevano appropriato volatizzandosi; così pure daran fuori il fluido elettrico divenuto ora ridondante. Ed ecco come nasce l'elettricità di eccesso, che domina sempre più o meno nell' aria anche serena, a quell' altezza che i vapori cominciano a condensarsi; la quale è più sensibile nelle nebbie, ove quelli si condensano maggiormente, e già si figurano in gocce; e infino fortissima laddove le folte nebbie si agglomerano in nubi. Fin qui l'elettricità dell' atmosfera farà sempre *positiva*. Ma formata che sia una nube potentemente elettrica in più, ella avrà una sfera di attività intorno ad essa, nella quale se avviene ch' entri un' altra nube, allora giusta le note leggi delle atmosfere, gran parte del fluido elettrico di questa seconda nube si ritirerà verso l'estremità più lontana dalla prima, e potrà anche sortirne ove incontri o altra nube, o vapori, o prominenze terrestri che lo possan ricevere: ed ecco una nube elettrizzata *negativamente*, la quale potrà a sua posta occasionare coll' influsso della propria atmosfera l'elettricità *positiva* in una terza, &c. di questa maniera s'intende benissimo come si possano avere sovente né conduttori atmosferici segni di elettricità *negativa* a celo più che coperto; e come ne' temporali specialmente, ove molte nubi si veggono pensili e staccate vergere al basso, e or ondeggiare per qualche tempo, ora scorrere le une sotto le altre, or trasportarsi rapidamente, l'elettricità cambj più volte, e spesso a un tratto da *positiva* in *negativa*, e vice-versa.

80 *Del modo di render sensibilissima la più debole, &c.*

Or anche non fia più stupore che le eruzioni de vulcani, siano state sovente accompagnate da fulmini in ispecie. Quella strepitissima del Vesuvio dell' anno 1779, in cui infinite saette si son vedute guizzare entro gl' immensi globi di fumo eruttati. Le poche sperienze fatte mi han dato a vedere che la quantità di elettricità prodotta dalle effumazioni, dipenda molto e dalla copia dei fumi che s'alzano e singolarmente dalla rapidità. Or quale e quanta non dee essere l'elettricità in simili eruzioni?



II. *Of the Method of rendering very sensible the weakest Natural or Artificial Electricity.* By Mr. Alexander Volta, Professor of Experimental Philosophy in Como, &c. &c.; communicated by the Right Hon. George Earl Cowper, F. R. S. See p. 237.

P A R T I.

1. IT will be readily allowed, that an apparatus capable of rendering perceptible, or, as it were, of magnifying the smallest, and otherwise unobservable, degrees of natural as well as artificial electricity, is of great advantage to the science of electricity in general, and especially for the investigation of atmospherical electricity, which by this means may be rendered very sensible and conspicuous when it is not to be discovered by common atmospherical conductors. This method is founded upon a particular use of my *electrophorus*, which is a machine well known to electricians.

2. Whenever in observing the atmospherical electricity no degree of it can be discovered by the ordinary methods of performing those experiments, it is difficult to determine whether any electricity at all does or does not exist in the atmosphere at those times; since it may exist, and the quantity of it only be so small as not to affect the electrometers employed. An ordinary conductor, erected in the best manner for the purpose of observing the atmospherical electricity, when the sky is free from electrical clouds, seldom or never shews any signs of electricity. In that case, therefore, if we rely upon the common electrometers, even the most sensible, we must conclude, that neither the conductor nor the atmosphere, so high as the conductor reaches, contains any electricity; but by means of the apparatus I am going to describe, it will be found, that the said conductors are never entirely void of electricity,

tricity, and it must be consequently concluded, that the air, which surrounds them, is also at all times electrified. This method not only shews the existence of electricity, but gives also room to ascertain whether it is positive or negative, and that when the atmospherical conductor itself is not capable of attracting the finest thread; but if the conductor were to shew any very small attraction, then, by means of our apparatus, there may be obtained even strong sparks.

3. The electrophorus in this case might perhaps better deserve the name of *electrometer*, or *micro-electrometer*, but I had rather call it a *condenser of electricity*, for the sake of using a word which expresses at once the reason and cause of the phenomena to be treated of in this paper, as will be made evident in the second part.

The whole method may be reduced to the following few observations. I. An electrophorus must be procured, the resinous coat of which must be very thin, and either not at all electrified, or, if electrified, its electricity be entirely extinguished.

II. Its usual metal plate must be laid upon this resinous and unelectrified plate, in full and flat contact; but care must be taken that it does in no point touch the lamina of metal upon which the resinous stratum is usually fastened.

III. Those plates being so conjointly placed, a conducting communication, *viz.* a wire must be brought from the atmospherical conductor to touch the metal plate of the electrophorus, and to touch that only.

IV. The apparatus must be left in that situation for a certain time, *viz.* till the metal plate may have acquired a sufficient quantity of electricity through the conducting communication, which brings it from the atmospherical conductor very slowly.

V. Lastly, the conducting communication must be removed from the contact of the metal plate: the metal plate is then separated from the resinous one, by lifting it up by its insulating handle, after which it is in a state of attracting, of electrifying an electrometer, or, if the electricity is sufficiently strong, of giving sparks, &c. at the same time the atmospherical conductor

conductor itself shews either no electricity at all, or exceeding small signs of it.

4. It was mentioned above (IV.) that the conducting wire must be left in contact with the metal plate *for a certain time*, the length of which, however, is not easily determined, since it depends upon variable circumstances. When the conductor itself shews no signs of electricity, then it will be necessary to leave the apparatus, as directed above, during eight, ten, or more minutes. But if the conductor itself is capable of just attracting a very small thread, then it will be sufficient to leave the apparatus in contact as above mentioned, for a few seconds only, in order afterwards to obtain from it very conspicuous electrical appearances.

5. Respecting the conducting communication between the atmospherical conductor and the metal plate, care should be taken that it be made of the fewest joints possible, or rather of one piece, since the difficulty of transmitting very small quantities of electricity is considerably increased by every interruption, and it may thereby be quite obstructed, as is often the case when a chain is used for that purpose.

6. As for the electrophorus to be used, it must be farther remarked, first, that its being very thin, as mentioned above, is of great importance; it having been observed, that the thinner the resinous stratum is, the greater quantity of electricity can be accumulated into the metal plate laid upon it; which is the case whether the electricity is brought to it from the atmosphere, as in the abovementioned instance, or from any other electric power. The thickness of one-fiftieth of an inch, or that of a common coat of varnish, is very proper; whereas if the resin was an inch thick or more, the experiments would answer very badly.

7. Secondly, the surface of the resinous stratum, as well as the under surface of the metal plate, must be as plain and as smooth as possible, in order that the two surfaces may coincide more perfectly when laid one upon the other. It is well known how much this circumstance favours the effect of the electrophorus; for this reason, in my publication on that instrument,
I recommended

I recommended it as a thing essential to observe * : but this circumstance is still more essential when the same apparatus is to serve as a *condenser* of electricity.

8. Lastly, it deserves to be repeatedly and particularly observed, that the resinous plate, when it is to be used for our experiment, should be quite free from any the least electricity, otherwise the experiments cannot be depended upon. If, therefore, the resinous plate has been excited before, so as to remain in some measure electrified, all possible care should be taken to deprive it of that electricity, which however is not easily done. The most effectual method of doing it to expose the resinous plate to the hot rays of the sun or to the fire, so that its surface may be slightly melted, by which means it will entirely lose its electricity †. The flame of a candle, or of a piece of paper, will easily deprive the resin of its electricity, if its surface be passed over the flame. In order to observe whether the resinous plate is quite free from any electricity, the metal plate must be laid upon it, there it must be touched with a finger, and afterwards, being lifted up after the usual manner, it must be presented to a fine hair; for if the hair is not attracted, you may conclude, that the resinous plate has no electricity, and consequently the apparatus is fit to be used as a *condenser* of electricity.

9. Were I asked, to what degree the electricity might be condensed, or how much the electrical phenomena could be

* See the two letters addressed to Dr. PRIESTLEY, and published in the *Scelta d'Opusculi interessanti* of Milan for the year 1775.

† It has been believed for a long time, that to heat, and especially to melt, sulphur and resins, was sufficient to excite in them some electricity; but except the tourmalin and some other stones, which are really excited by heat alone, the resins and sulphur never become electrified by that means, except when they have by some means or other suffered any friction. The mistake, as Father BECCARIA observed, was occasioned by this, *viz.* that even the least friction of the hand, or other body, is sufficient to excite such substances in those favourable circumstances; without which friction, those substances, melted and left to cool by themselves, are so far from acquiring any electricity, that they lose every vestige of it in case they were excited before the fusion, as may be easily proved by experiment: nor ought this to appear wonderful, since fusion or a strong degree of heat renders every body a conductor of electricity.

increased by this apparatus ; I would answer, that it is not easy to be determined, as it depends upon various circumstances ; however, *cæteris paribus*, the augmentation is greater in proportion as the body which supplies the metal plate with the electricity has a greater capacity, and is larger in proportion as the electricity is weaker. Thus we observed above (§ 2. and following) that if the atmospherical conductor has barely power enough to attract a very fine thread, it is nevertheless capable of infusing such a quantity of electricity into the metal plate of the electrophorus, as to let it not only actuate an electrometer, but even dart strong sparks. But if the electricity of the atmospherical conductor is so strong as to afford some sparks, or to let the index of the electrometer rise to five or six degrees, then the metal plate of the electrophorus, which receives the electricity from this conductor, according to our method, will certainly let the index of the electrophorus rise to the highest degree, and will give a stronger spark, yet it may be plainly perceived, that the condensation is proportionably less in this than in the other case. The reason is, because the electricity cannot be accumulated beyond the greatest degree, *viz.* when the electricity is increased so much as to be dissipated every way. Therefore, according as the electric power, which supplies the condenser, is nearest to the highest degree, the condensation is proportionably less : but in that case there is no need of a condenser, since its principal use is to collect and render sensible that small quantity of electricity, which would otherwise remain imperceptible and unobserved.

10. Whenever, therefore, the atmospherical conductor by itself gives sufficiently strong signs of electricity, then there is no occasion to use our condensing apparatus. Besides, when the electricity is strong, it often happens, that part of the electricity of the metal plate is impressed upon the resin, in which case the apparatus acts as an electrophorus, and consequently is unfit for our purpose (§ 8.).

11. In order to avoid such an inconvenience, I have thought of substituting to the resinous plate a plane, which should not be a perfect electric, or quite impervious to electricity, but which should be an imperfect conductor, such as might hinder, in a cer-

tain measure only, the free passage of the electric fluid through its substance. There are many conductors of this kind; as, for instance, a clean and dry marble slab, a plate of wood (likewise clean and very dry, or covered with a coat of varnish, or wax) and the like. The surface of those bodies does not contract any electricity, or if any electricity adheres to them, it vanishes soon, on account of their semi-conducting nature; for which reason they cannot answer the office of an electrophorus, and therefore are more fit to be used as condensers of electricity.

12. Besides the advantages above mentioned, there is another, which arises from substituting an imperfectly conducting plane to the resinous plate, namely, that the metal plate laid upon one of these does actually condense or acquire a greater quantity of electricity than when laid upon the resinous plate, or other perfect electric; for since, as was said above, § 6. the thinner the resinous stratum is, the better it answers our purpose; in the case of a varnished or waxed board, this stratum becomes exceedingly thin, and it becomes nothing when an imperfectly conducting substance is used, such as a marble slab, a very dry piece of wood, &c.

13. On the other hand, care should be taken, in choosing the above mentioned plane, that it be not too much of a conducting nature, or capable of becoming so in a very short time, it being quite necessary, that the electricity should find a considerable degree of resistance in going through its substance. In choosing, or in preparing, such a plane by drying, or otherwise, it is better to render it too near to than too far from the nature of a non-conductor. A marble slab, or a board properly dried, answers admirably well, and is preferable to any other plane: otherwise the resinous plate of an electrophorus is preferable to a common table or marble slab not prepared; for these bodies, being in some measure imbibed with moisture, conduct much better than is necessary.

14. To be more particular, I shall add, that for this purpose it is better to use a flat piece of marble, and to grind it against the metal plate, till they coincide so well as to shew a sensible cohesion between them. Afterwards the piece of marble should be exposed for several days to the heat;

heat of a warmed place, such as an oven, a chimney, &c. in order to expel the moisture, and to render it quite fit for our experiments (§ 12. 13.). The marble, thus prepared, will continue dry for a considerable time, except it be long exposed to very damp air. As for the small quantity of moisture which the marble may accidentally and superficially attract, it may be removed by exposing it to the sun, or to a fire, or even by wiping it with a dry and clean cloth, previous to the performing of experiments.

15. It is not every sort of marble that will answer equally for this purpose. The old marbles, which have been long preserved in dry places, answer better than those which have been recently dug from the quarry. The difference of the species of marble is also of consequence in this business; I have found some marbles which, without any preparation, answer vastly well, whereas others will not do near so well, even when properly prepared; excepting, however, when they are preserved hot during the experiment; for, in that case, they answer better than the best pieces of marble that are not preserved hot. It is always advantageous to warm the marble previous to the experiment.

16. Instead of preparing the piece of marble by a long continued heat, it will be sufficient to give it a coat of copal varnish, or amber, or lac varnish: after which it must be kept in an oven for a short time. By this means even the worst sort of marble answers very well, even without previously warming or keeping it hot during the experiment.

17. By means of the varnish even a metal plate may be used instead of the marble. This should be first made flat by grinding it against the upper plate, and then it must be varnished, but rather thicker than when the varnish is laid upon the marble. In this case both the plates might be varnished, though it is sufficient to varnish one of them.

18. Here it may be said, that in fact we are returned to the electrophorus. This is true; and indeed the varnished metal, or marble, or wood, may be excited by a very slight friction, even sometimes by the simple laying of the metal plate upon it,

especially when they are hot; hence there is no occasion to warm them, when they are good for the purpose, lest they should be so well prepared as to be easily excited, and then act like an electrophorus.

19. However, the advantages which a varnished plate has above the common electrophorus are, 1. that the varnish is always thinner than the common resinous stratum of an electrophorus. 2. That the varnish acquires a more smooth and plain surface; hence the metal plate may be more easily, and to more advantage, adapted to it.

20. Instead of the above mentioned plane of marble or metal varnished, there may be substituted, with equal advantage, any sort of plane covered with dry and clean oil-cloth or oil-silk or fattin and other silk-stuff that is not considerably thick; which will answer very well, without requiring any more than perhaps a slight warming. The silk-stuffs answer better for this purpose than those made of cotton or wool, and these better than linen. However, by a previous drying and keeping them hot during the experiment, paper, leather, wood, ivory, bone, and every sort of imperfect conductor, may be made to answer to a certain degree.

21. If those imperfectly conducting substances were dried too much, then they would become quite electrics, and consequently useless for our purpose (as will be made appear better in the second part of this paper), excepting when they were used like resins, &c.

22. I must not omit to mention also, that the apparatus may be rendered more simple by applying the silk or other semi-conducting stratum to the upper, *viz.* to the metal plate, which is furnished with a glass handle instead of the marble or other plate, which in that case becomes useless: for in its stead a plane of any kind may be used, such as a common wooden or marble table, even not very dry, a piece of metal, a book, or other conductor, whether perfect or imperfect, it being only necessary that its surface be flat.

In fact, nothing more is requisite for our experiment than that the electricity, which tends to pass from one surface to the other,

other, should find some resistance or opposition in either of the surfaces, as will be made more evident in the second part. It is immaterial whether the non-conducting or semi-conducting stratum be laid upon one or the other of the planes, it being only necessary that they should coincide very well together, which cannot be easily obtained when a common table is used for one of the planes, which is the only reason why it is better to use two planes which have been worked flat by grinding one upon the other, and one of them varnished, &c. A single metal plate, covered with silk, with three silk strings fastened to it by way of a handle, may be conveniently used for ordinary experiments.

23. Hitherto we have considered the use of our condenser in exploring the weak atmospherical electricity, which is brought down by the atmospherical conductor*. But this, though the principal, is not the only use to which it may be applied. It serves likewise to discover the artificial electricity when this is so weak as not to be discoverable by any other means, which happens in various cases, some of which I shall now proceed to mention.

24. A Leyden phial charged, and then discharged by touching its coated sides three or four times with the discharging rod, or the hand, seems to be quite deprived of electricity, yet

* Here it will be proper to mention a remarkable observation; which I have made on the atmospherical electricity with the help of the *condenser*. The late Mr. CANTON and others affirmed that they had obtained stronger signs of electricity from their atmospherical apparatus at the time of an *aurora borealis*, than at other times; but various other philosophers doubted of the influence of electricity in that meteor, and some absolutely denied it. I myself was much in doubt about it; but at present Mr. CANTON's assertion seems to be established beyond a doubt, as I have observed by actual experiment. During the strong *aurora borealis*, which appeared in the night of the 28th of July, 1780, the light of which rising gradually from the horizon, reached the zenith at near eleven o'clock, and enlightened the heavens with a reddish light, the weather being clear and windy; our condensing apparatus being applied to an atmospherical conductor, gave fine bright sparks; whereas, at other times, that is, in clear weather, and at every hour of the day or night, the same apparatus afforded either no sparks at all, or exceedingly small ones, the reason of which was because the said conductor was not much elevated.

if you touch with the knob of it the metal plate of our condenser, when properly situated (*viz.* upon an imperfectly conducting plane, &c.) and immediately after take up the said plate, this will be found to give very conspicuous signs of electricity, which shews that the Leyden phial is not quite deprived of electricity as it appeared. But if the phial was left so far charged as just to attract a light thread, then if the metal plate were to be touched by the knob of it, even for a moment, it would afterwards, when lifted up, give a strong spark, and if then it were to be touched again by the knob of the phial, it would afford a second spark hardly smaller than the former, and thus spark after spark may be obtained for a long time, which is a very surprizing experiment.

This method of producing sparks by means of a phial, which is not charged so high as to give sparks of itself, is very convenient for various pleasing experiments; as, for instance, that of lighting the inflammable air-pistol, or lamp, contrived by me, especially when a person is provided with one of those phials, prepared after the manner recommended by Mr. TIBERIUS CAVALLO*, which when charged may be carried in the pocket for a long time. Those phials, as they retain a sensible charge for several days, will retain an insensible one for weeks or months. I mean, by an insensible charge, such as cannot be discovered but by the help of the condenser, in which case it becomes more than sensible, and sufficient for the experiment of the inflammable air-pistol, &c.

25. Secondly, Suppose you have an electrical machine so badly in order that its conductor will not afford any spark, but will just attract a thread; then if you let this conductor touch the metal plate of the condenser, and after suffering it to continue in that situation for a few minutes, whilst the machine is kept in motion, lift up the metal plate, you will obtain from it a strong spark.

26. Thirdly, In case the electrical machine acts very well, but its conductor is so badly insulated, that it will not give any sparks, as when the conductor touches the walls

* See his Treatise on Electricity.

of the room, or when a chain falls from it upon the table ; then if you let the said conductor in that state touch the metal plate of the condenser, whilst the electrical machine is in action, the plate will afterwards give sufficiently strong signs of electricity, which shews the great power this apparatus has of drawing and condensing the electricity.

27. Fourthly, The usual way of rubbing divers bodies, and then presenting them to an electrometer in order to examine their electricity, is often insufficient, that is, it makes the experimenter believe, that a body has not acquired any electricity at all, only because the quantity of it is too small to affect an electrometer. In this case it is very advantageous to rub those bodies with the metal plate of our apparatus, which plate for this purpose must be naked ; for if the plate be afterwards presented to an electrometer, this will be electrified considerably, however little electricity the rubbed bodies themselves may have acquired. The quality of this electricity, *viz.* whether it be positive or negative, may be easily ascertained, since the electricity of the metal plate must be the contrary of that acquired by the body rubbed upon it. Mr. CAVALLO also made use of this method to discover the electricity of certain bodies *. But there is a better method, to be used in case the bodies to be examined are not easily adapted to the metal plate, which method neither Mr. CAVALLO nor others have known. This is the following. The metal plate being laid upon the imperfectly conducting plane, the body to be tried is rubbed against, or is repeatedly stroked, upon it ; which done, the plate is taken up, and is examined by an electrometer. If the body tried by this method is a piece of leather, a string, a piece of cloth, or velvet, or other imperfect conductor of the like sort, the plate will be certainly found electrified, and incomparably more by this means than if it were stroked by the same bodies, whilst standing insulated in the air. In short, by either of those methods you will obtain some electricity from such bodies as could hardly be expected to give any, even when they are not very dry. Indeed, coals and metals excepted,

* See his Treatise on Electricity, part IV. chap. vi.

every other body will give some electricity. I can farther say, that I have often obtained some electricity even by stroking the metal plate with my naked hand.

28. It has been questioned, whether evaporation, fermentation, &c. produced any electricity, and the investigation is of consequence for determining something certain about the atmospherical electricity. I know that various persons have attempted in vain to discover electricity in those cases. Some experiments of mine relating to this purpose had also failed; nevertheless, I entertained some hopes of succeeding, as I had for a great while imagined, that effervescence, dissolution, evaporation, &c. by disturbing the natural form and situation of the particles of bodies, ought to have increased or diminished the capacity of the bodies contiguous to those in action, and consequently ought to have occasioned in some cases a rarefaction, and in others a condensation of the electric fluid. Being persuaded of this theory, I thought that the electricity produced in those cases was not discovered, partly because of its small quantity, and partly because the insulation was almost destroyed by the vapours that rose, and I imagined, that by a greater accuracy, and by multiplying the experiments, I should some time or other discover it *. It is about two years since, that having gradually been able to condense the electricity to a great degree by means of the above described apparatus, I again thought of repeating my old experiments about the evaporation, &c. and entertained much better hopes of discovering something new about it, almost foreseeing the event; but various occupations deferred those experiments till the months of March and April of the present year 1782, when being at Paris, in company with some members of the Royal Academy of Sciences, I at last succeeded in obtaining clear signs of electricity, nay and even the spark, from the evaporation of water, from the simple combustion of coals,

* All these thoughts are mentioned in a Latin dissertation, printed in the year 1769, and entitled, *De vi atra&iva ignis elettrici, ac phænomenis inde pendentibus, ad JOHANNEM BAPTISTAM BECCARIAM, &c.*

and from various effervescences, as those which produce inflammable air, fixed air, and nitrous air.

29. I shall finish the first part of this paper with observing, that besides the abovementioned uses, to which our condensing apparatus may be applied, the various experiments which may be made with it throw great light upon the theory of electric atmospheres in general, of which we are going to treat in the second part.

P A R T II.

30. The experiments related in the foregoing pages have shewn how easily a metal plate, or other conducting plain surface, when properly situated, can draw the electric fluid upon itself from a weak atmospherical electricity, from a Leyden phial, &c. so as to render its effects much more conspicuous and vigorous. It is now necessary to give an explanation of those phenomena, the theory of which will greatly facilitate the practical performance of this sort of experiments.

31. The whole matter, therefore, may be reduced to this, *viz.* that the metal plate has a much greater capacity for holding electricity in one case, *viz.* when it lies upon a proper plane (as mentioned in § 11. 12. 22.) than when it stands quite insulated, as when it is suspended in the air by its silk strings or insulating handle, or when it stands upon an insulating stand, as a thick stratum of resin or the like.

32. It is easy to comprehend, that wherever the capacity of holding electricity is greater, there the intensity of electricity

is proportionably less, *viz.* a greater quantity of electricity is in that case required, in order to raise its intensity to a given degree; so that the *capacity* is inversely as the *intensity*, by which word I mean the endeavour by which the electricity of an electrified body tends to escape from all the parts of it, to which tendency or endeavour the electrical phenomena of attraction, repulsion, and especially the degree of elevation of an electrometer, correspond.

33. That the *intensity* of electricity must be inversely proportional to the *capacity* of the body electrified, will be clearly exemplified by the following experiment. Take two metal rods of equal diameter, but one of them a foot, and the other five feet long; and let the first be electrified so high as that the index of an electrometer annexed to it may be elevated to 60° ; then let this electrified rod touch the other rod, and in that case it is evident, that the intensity of the electricity, by being parted between the two rods, will be diminished in proportion as the capacity is increased; so that the index of the electrometer, which before was elevated to 60° , will now fall to 10° , *viz.* to one-sixth of the former intensity, because now the capacity is six times greater than when the same quantity of electricity was confined to the first rod alone. For the same reason, if the said quantity of electricity was to be communicated to a rod sixty times longer, its intensity would be diminished to one degree; and, on the contrary, if the electricity of this long conductor was to be contracted into the sixtieth part of that capacity, its intensity would be increased to 60° .

34. Now not only conductors of different bulk have different capacities for holding electricity, but also the capacity of the same conductor may be increased or diminished by various circumstances, some of which have not yet been properly considered. It has been observed, that the capacity of the same conductor is increased or diminished in proportion as its surface is enlarged or contracted, as is shewn by Dr. FRANKLIN's experiment of the can and chain, and various other experiments, from which it has been concluded, that the capacity of conductors

ductors is in proportion to their surface, and not to their quantity of matter.

35. This conclusion is true, but does not comprehend the whole theory, since even the extension contributes to increase the capacity; so that of two conductors, which have equal but dissimilar surfaces, that which is the more extended in length has the greater capacity *. In short, it appears from all the experiments hitherto made, that the capacity of conductors is in proportion not to the surfaces in general, but *to the surfaces which are free, or uninfluenced by an homologous atmosphere.*

36. But that which comes nearer to our case is, that the capacity of a conductor, which has neither its form nor surface altered, is increased when, instead of remaining quite insulated, the conductor is presented to another conductor not insulated; and this increase is more conspicuous, according as the surfaces of those conductors are larger and come nearer to each other.

When an insulated conductor is opposed or presented to another conductor whatever, I call it a *conjugate conductor*.

37. The circumstance mentioned in the preceding paragraph, which augments prodigiously the natural capacity of conductors, is that which I find to have been hitherto principally overlooked, far from any advantages having been deduced from it; but let us begin with those experiments which shew this increased capacity in the simplest manner. I take, for example, the metal plate of an electrophorus, and holding it by its insulating handle in the air, electrify it so high that the index of an electrometer annexed to it might be elevated to 60° , then lowering this metal plate by degrees towards a table or other conducting plain surface, I observe that the index of the electrometer falls gradually from 60° to 50° , 40° , 30° , &c. Notwithstanding this appearance, the quantity of electricity in the plate remains the same, except the said plate be brought so near the table as to occasion a transmission of the electricity from the

* See my Dissertation on the Capacity of Conductors, published at Milan in the *Orientali Scelti* for the year 1778; and also in ROZIER's Journal for the ensuing year.

former to the latter; at least the quantity of electricity will remain as much the same as the dampness of the air, &c. will permit. The decrease, therefore, of intensity is owing to the increased capacity of the plate, which now is not insulated *solitary* but *conjugate*. In proof of this proposition, if the plate be removed gradually farther and farther from the table, it will be found, that the electrometer rises again to its former station, namely to 60° , excepting the loss of that quantity of electricity, which during the experiment must have been more or less imparted to the air, &c.

38. The reason of this phenomenon is easily derived from the action of electric atmospheres. The atmosphere of the metal plate, which for the present I shall suppose to be electrified positively, acts upon the table or other conductor whatever to which it is presented; so that the electric fluid of the table, agreeably to the known laws, retiring to the remoter parts of it, becomes more rare in those parts which are exposed to the metal plate, and this rarefaction becomes greater the nearer the electrified metal plate is brought to the table. If the metal plate is electrified negatively, then the contrary effects must take place. In short, the parts immersed into the sphere of action of the electrified metal plate, contract a contrary electricity, which *accidental* electricity, making in some manner a compensation for the *real* electricity of the metal plate, diminishes its intensity, as is shewn by the depression of the electrometer (§ 37.).

39. The two following experiments will throw more light upon the reciprocal action of the electric atmospheres. First, suppose two flat conductors, electrified both positively or both negatively, to be presented towards, and to be gradually brought near, each other: it will appear, by two annexed electrometers, that the nearer those two conductors come to each other, the more their intensities will increase; which shews, that either of the two *conjugate* conductors has a much less capacity now than when it was singly insulated, and out of the influence of the other. This experiment explains the reason why an electrified conductor will shew a greater intensity when

when it comes to be contracted into a smaller bulk ; and also why a long extended conductor will shew a less intensity than a more compact one, supposing that their quantity of surface and of electricity is the same ; because the homologous atmospheres of their parts interfere less with each other in the former than in the latter case.

40. Secondly, Let the preceding experiment be repeated with this variation only, *viz.* that one of the flat conductors be electrified positively, and the other negatively : the effects then will be just the reverse of the preceding, *viz.* the intensity of their electricities will be diminished, because their capacities are increased the nearer the conductors come to each other.

41. Let us now apply the explanation of this last experiment to the other experiment mentioned in § 38. *viz.* that of bringing the electrified metal plate towards a conducting plane which is not insulated ; for as this plane acquires a contrary electricity, it follows, that the intensity of the metal plate's electricity must be diminished ; hence the annexed electrometer is depressed according as the capacity of the plate is increased, and consequently the plate in that case may receive a greater quantity of electricity.

42. This matter may be rendered still more clear by insulating the conducting plane, whilst the other electrified plate is upon it, and afterwards separating them ; for then both the metal plate and the conducting plane (which may be called the *inferior* plane) will be found electrified, but possessed of contrary electricities, as may be ascertained by electrometers.

43. If the inferior plane is insulated first, and then the electrified plate is brought over it, then the latter will cause an endeavour in the former to acquire a contrary electricity, which, however, the insulation prevents from taking place ; hence the intensity of the electricity of the plate is not diminished, at least the electrometer will shew a very little and almost imperceptible depression, which small depression is owing to the imperfection of the insulation of the inferior plane, and to the small rarefaction and condensation of the electric fluid, which may take place in different parts of the said inferior plane.

plane. But if in this situation the inferior plane be touched so as to cut off the insulation for a moment, then it will immediately acquire the contrary electricity, and the intensity in the metal plate will be diminished.

44. If the inferior plane, instead of being insulated, were itself a non-conducting substance, then the same phenomena would happen, *viz.* the intensity of the electrified metal plate laid upon it would not be diminished. This, however, is not always the case; for if the said inferior non-conducting plane is very thin, and is laid upon a conductor, then the intensity of the electrified metal plate will be diminished, and its capacity will be increased by being laid upon the thin insulating stratum; because in that case the conducting substance, which stands under the non-conducting stratum, acquiring an electricity contrary to that of the metal plate, will diminish its intensity, &c. and then the insulating stratum will only diminish the mutual action of the two atmospheres more or less, according as it keeps them more or less asunder.

45. The intensity or electric action of the metal plate, which diminishes gradually as it is brought nearer and nearer to a conducting plane not insulated, becomes almost nothing when the plate is nearly in contact with the plane, the compensation or accidental balance being then almost perfect. Hence, if the inferior plane only opposes a small resistance to the passage of the electricity (whether such resistance is occasioned by a thin electric stratum, or by the plane's imperfect conducting nature, as is the case with dry wood, marble, &c.): that resistance joined to the interval, however small, that is between the two planes, cannot be overcome by the weak intensity of the electricity of the metal plate, which on that account will not dart any spark to the inferior plane (except its electricity were very powerful, or its edges not well rounded) and will rather retain its electricity; so that, being removed from the inferior plane, its electrometer will nearly recover its former height. Besides, the electrified plate may even come to touch the imperfectly conducting plane, and may remain in that situation for some time; in which case the intensity being reduced almost

almost to nothing, the electricity will pass to the inferior plane exceedingly slowly.

46. But the case will not be the same if, in performing this experiment, the electrified metal plate be made to touch the inferior plane *edgewise*; for then its intensity being greater than when laid flat, as appears by the electrometer, the electricity easily overcomes the small resistance, and passes to the inferior plane, even across a thin stratum *; because the electricity of one plane is balanced by that of the other, only in proportion to the quantity of surface which they oppose to each other within a given distance: whereby when the metal plate touches the other plane in flat and ample contact its electricity is not dissipated. This apparent paradox is clearly explained by the theory of electric atmospheres.

47. What looks more like a paradox is, that neither will the touching the metal plate with a finger, or with a piece of metal, deprive it of all its electricity, whilst standing upon the proper plane; so that it generally leaves it so far electrified that, when it is afterwards separated from that plane, it will still afford a spark. Indeed this phenomenon could not be explained upon the supposition that the finger or the metals were perfect conductors. But since we do not know of any perfect conductor, the metals or the finger, oppose a resistance sufficient to retard the immediate dissipation of the electricity of the

* This explanation, properly applied, renders evident the actions of *points* in general. Properly speaking, a pointed conductor, not insulated, when presented to an electrified body, has not in itself any particular virtue of attracting electricity. It acts only like a conductor not insulated, which does not oppose any resistance to the passage of the electric fluid. If the same conductor, instead of being pointed, was to present a globular or flat surface to the electrified body, neither would it in that case oppose a greater resistance to the passage of the electricity. But the reason why the electricity will not pass nearly so easily from the electrified body to the conductor when it is flat or globular, as when it is pointed, is because in the former case the intensity of the electricity in the electrified body is weakened by the opposed flat surface, which, acquiring the contrary electricity, compensates the diminished intensity incomparably more than a point can. It appears, therefore, that it is not the particular property of a point or of a flat surface, but the different state of the electrified body, that makes it part with its electricity easier, and from a greater distance, when a pointed conducting substance, than when a flat or globular one is presented to it.

plate, which is in that case actuated by a very small degree of intensity or endeavour of expanding ; so that suppose, for instance, that the piece of metal, or the finger by touching the plate, took off so much of its electricity as to reduce the intensity of the remainder to the fiftieth part of a degree ; this remaining electricity would then be almost nothing ; but when the plate, by being separated from the inferior plane, has its capacity so far diminished as to render the intensity of its electricity 100 times greater, then the intensity of that remaining electricity would become of two degrees or more, *viz.* sufficient to afford a spark.

48. Hitherto we have considered in what manner the action of electric atmospheres must modify the electricity of the metal plate in its various situations. We must now consider the effects which take place when the electricity is communicated to the metal plate whilst standing upon the proper plane. The whole business having been proved in the preceding pages, it is easy to deduce the applications from it ; nevertheless, it will be useful to exemplify it by an experiment. Suppose that a Leyden phial or a conductor were so weakly electrified that the intensity of its electricity was only of half a degree or even less : if the metal plate of our apparatus, when standing upon the proper plane, was to be touched with that phial or conductor, it is evident, that either of them would impart to it a quantity of its electricity, proportional to the plate's capacity, *viz.* so much of it as should make the intensity of the electricity of the plate equal to that of the electricity in the conductor or phial, suppose of half a degree ; but the plate's capacity, now that it lies upon the proper plane, is above 100 times greater than if it stood insulated in the air, or, which is the same thing, it requires 100 times more electricity in order to shew the same intensity ; therefore, in this case it must require upwards of 100 times more electricity from the phial or conductor. It naturally follows, that when the metal plate is afterwards removed from the proper plane, its capacity being lessened so as to remain equal to the 100th part of what it was before, the intensity of its electricity must become of 50° ; since, agree-

ably to the supposition, the intensity of the electricity in the phial or conductor was of half a degree.

49. A conductor that is electrified whilst it stands in full and ample contact with another proper conductor, as above specified, and is afterwards separated from it, shews the same phenomena that are exhibited by a conductor, which, after being electrified, is contracted into a smaller bulk, or contrariwise, like Dr. FRANKLIN's experiment of the can and chain (§ 35.) &c.

50. If a small quantity of electricity applied to the metal plate of the condenser enables it to give a strong spark, it may be asked, what would a great quantity of electricity do? The answer is, that it would do nothing more, because, when the electricity communicated to the metal plate is so strong as to overcome the small resistance of the inferior plane, it will be dissipated.

51. After all that has been said in the preceding pages, it may be easily understood, that if the metal plate of our condenser can receive a good share of electricity from a Leyden phial *, or from an ample conductor, however weakly electrified; it cannot receive any considerable quantity of it from a conductor of a small capacity; for this conductor cannot give what it has not, except it were continually receiving a stream, howsoever small, of electricity, as is the case with an atmospherical conductor, or with a prime conductor of an electrical machine, which acts very poorly but continues in action. In those cases it has been observed above (§ 4. 25.) that a considerable time is required before the metal plate has acquired a sufficient quantity of electricity.

52. As an ample conductor, weakly electrified, imparts a considerable quantity of electricity to the metal plate of our

* In my Paper on the Capacity of simple Conductors is shewn the great capacity of a Leyden phial in comparison to its bulk, just because the electricity, which is communicated to one of its surfaces, is balanced by the contrary electricity of the opposite surface. There I shew, that the capacity of 16 square inches of coated surface is equal to the capacity of a conductor made of silvered cylindrical sticks, and nearly 100 feet long, the capacity of which is so great that its spark occasions a shock considerably strong.

condenser, so that when the said metal plate is afterwards separated from its proper plane, the electricity in it appears much condensed and vigorous; so when the same metal plate contains a small quantity of electricity, and such as cannot give a spark or affect an electrometer, that electricity may be rendered very conspicuous by communicating it to another small metal plate or condenser.

MR. CAVALLO was the first who thought of this improvement, which he derived by reasoning upon my experiments. He actually made a small metal plate not exceeding the size of a shilling: this second condenser is certainly of great use in many cases, in which the electricity is so small as not to be at all, or not clearly, observable by my method or a first condenser only, as has been evidently proved by some experiments we made together. Sometimes the usual metal plate of my condenser acquired so small a quantity of electricity, that being afterwards taken up from the inferior plane, and presented to an extremely sensible electrometer of Mr. CAVALLO's construction, it did not affect it. In this case, if the said metal plate, thus weakly electrified, was made to touch the other small plate properly situated, and that was afterwards brought near an electrometer, the electricity was then generally stronger than what would have been sufficient to ascertain its quality.

Now, if by the help of both condensers the intensity of the electricity has been augmented 1000 times, which is by no means an exaggeration, how weak must then be the electricity of the body examined? how small must that electricity be which is produced by rubbing a piece of metal with one's hand, since when this electricity is condensed by both condensers, and then is communicated to an electrometer, it can hardly affect that instrument? Yet it is sufficient to afford conviction, that the metal can be electrified by the friction of a person's hand. Some years ago, *viz.* before the discovery of our condenser, and of Mr. CAVALLO's sensible electrometer, we were very far from being able to discover such weak excitations; whereas, at present, we can observe a quantity of electricity incomparably smaller than the smallest observable at those times.

A P P E N D I X.

IN § 28. I mentioned, that after various attempts I at last succeeded in obtaining undoubted signs of electricity from the simple evaporation of water, and from various chemical effervescences; but as this is a fact not less interesting than new, it seems proper to subjoin in this place a faithful account of the experiments made for that purpose. The first set of experiments were made at Paris, in company with Mr. LAVOISIER and Mr. DE LA PLACE, two intelligent philosophers and members of the Royal Academy of Sciences. After I had shewn them my experiments with my condenser, they, as well as myself, began to entertain hopes of succeeding in the experiments on the evaporation, &c. Accordingly Mr. LAVOISIER ordered a large condenser with a marble plane to be made. The first experiment I attempted with this instrument, in company with Mr. DE LA PLACE, proved unsuccessful; but the weather at that time was bad, the room was narrow and full of vapours, and the apparatus was not quite in proper order. Mr. DE LA PLACE and Mr. LAVOISIER repeated those experiments in the country, and then they were attended with success, which incited us to repeat and diversify the experiments, by which means the discovery was compleated; having obtained unequivocal signs of electricity from the evaporation of water, from the simple combustion of coals, and from the effervescence of iron filings in diluted vitriolic acid. This observation was made the 13th of April of the present year 1782, and the experiments were performed in the following manner. In an open garden a long metal plate was insulated, which, by means of a large iron wire, was made to communicate with the metal plate of the condenser laid upon the piece of

marble, which was kept continually warm by some lighted coals set underneath. This done, some chafing-dishes, containing burning charcoal, were placed upon the large insulated plate. The combustion of the coals was helped by a gentle wind. Some minutes after, the iron wire, by which the large insulated plate was connected with the metal plate of the condenser, was taken off; then the metal plate being removed from the marble by its insulated handle, and presented to Mr. CAVALLO's electrometer, made the balls of it diverge with negative electricity. The experiment was repeated by placing upon the large insulated plate four vessels, containing iron filings and water, instead of the chafing-dishes: then some vitriolic acid was poured into those four vessels, sufficient to cause a vigorous effervescence, and when the strongest ebullition was going to subside, the metal plate of the condenser was removed from over the marble; and being examined, not only electrified the electrometer with negative electricity, but gave a sensible spark. At this time having tried to obtain electricity from the evaporation of water, the effects were equivocal or hardly sensible; the same thing happened a few days after, when however we obtained clear signs of electricity from those effervescences, which produce fixed and nitrous air. Those experiments were made in a large room.

One day the electricity arising from the evaporation of water seemed to be positive; but subsequent experiments, and other circumstances, indicate that such a phenomenon must be attributed to a mistake.

Once on repeating these experiments in company with Mr. LE ROY, member of the R. A. of Sciences, we could not obtain any electricity from the evaporation of water or from combustion, the weather being extremely damp; but the effervescence of iron filings and diluted vitriolic acid produced electricity enough to ascertain that it was negative, though it afforded no spark.

A short time before I left Paris I once more repeated the experiment of the effervescence of iron filings, &c. with success. This experiment was made in the laboratory of Mr. BILLAUM, an instrument-maker and lover of electricity.

The experiment on the evaporation of water, which did not answer so well at Paris, succeeded much better in London, where I bethought me of throwing water upon the lighted coals, which were kept in an insulated chafing-dish. In this manner the electricity of the evaporation never fails to electrify the chafing-dish negatively, and strongly enough for the electricity to be discovered by the simple electrometer; it will even afford a spark, if the condenser is used. The first experiment of this sort was made at Mr. BENNET's, who is a great lover of electricity, in presence of Mr. BENNET, Mr. CAVALLO, and Mr. KIRWAN, members of the Royal Society, and of Mr. WALKER, lecturer of experimental philosophy.

Another time this experiment was repeated with success at Mr. CAVALLO's, in the following manner. A small crucible, containing three or four small coals lighted, was insulated; then a spoonful of water was thrown upon the coals, and immediately after an electrometer, which communicated with the coals by means of a wire, diverged with negative electricity.

These are the experiments which I have had the opportunity to make hitherto; in relating which I must not omit to observe, that although the condensing apparatus has not been always indispensably necessary, Mr. CAVALLO's very sensible electrometer alone having been often sufficient for the purpose; yet it must be confessed, that it was the condensing apparatus which suggested these experiments, and by the help of which even the electric spark could be obtained. These experiments have just opened the way to a vast field, which deserves much farther investigation. It is natural to suppose, that if compact bodies, when they are rarefied or become an elastic fluid, require an additional quantity of electric fluid, and consequently leave those bodies, with which they are connected, negatively electrified; it must happen, on the contrary, that when vapours condense they must part with some electric fluid, that is, must produce a positive electricity. This, however, remains to be proved experimentally, and I have already imagined several ways of trying it, which will be put in practice as soon as I shall have the opportunity. Mean while I beg leave to conclude

clude this paper with mentioning a few ideas I entertain relating to the atmospherical electricity.

The experiments hitherto made, though not numerous, yet concur to shew, that the vapours of water, and in general the parts of all bodies, that are separated by volatilization, carry away an additional quantity of electric fluid as well as of elementary heat, and consequently that those bodies, from the contact of which the volatile particles have been separated, remain both cooled and electrified negatively: from which it may be deduced, that whenever bodies are resolved into volatile elastic fluid, their capacity for holding electric fluid is augmented, as well as their capacity for holding common fire, or the calorific fluid. This is a striking analogy by which the science of electricity throws some light upon the theory of heat, and alternately derives light from it; I mean on the doctrine of latent or specific heat, the first notions of which were suggested by the admirable experiments of Dr. BLACK and WILKE, and which has been afterwards much elucidated by Dr. CRAWFORD, who followed the experiments of Dr. IRWIN.

By following this analogy it seems, that as the vapours on their condensing, lose part of their latent heat, on account of their capacity being diminished, so they part with some electric fluid. Hence originates the positive electricity, which is always more or less predominant in the atmosphere, when the sky is clear, *viz.* at that height where the vapours begin to be condensed. Accordingly, the atmospherical electricity is stronger in fogs, in which case the vapours are more condensed, so as to be almost reduced into drops, and is still stronger when thick fogs become clouds.

Hitherto we have accounted for the positive atmospherical electricity; but it is easy to account for clouds negatively electrified; for when a cloud, positively electrified, has been once formed, its sphere of action is extended a great way round, so that if another cloud comes within that sphere, its electric fluid, agreeably to the well known laws of electric atmospheres, must retire to the parts of it which are the remotest from the first cloud; and from thence the electric fluid may be communicated

nicated to other clouds, or vapours, or terrestrial prominencies. Thus a cloud may be electrified negatively, which cloud, after the same manner, may occasion a positive electricity in another cloud, &c. This explains not only the negative electricity, which is often obtained from the atmosphere in cloudy weather; and the frequent changes from positive to negative electricity, and contrariwise in stormy weather; but also the waving motion often observed in the clouds, and the hanging down of them, so as nearly to touch the earth.

After the fore-mentioned discoveries we need no longer wonder at the appearance of lightnings in the eruptions of volcanos, as was particularly observed in the late dreadful eruption of Mount Vesuvius. The few experiments I have made shew, that the quantity of smoke, but much more the rapidity with which it is produced, tends to increase the electricity which arises from combustion, &c. How great must then be the quantity of electricity that is produced in such eruptions?

